UNIVERSITE DE LIEGE

BELGIQUE

Vol. 14, 1937.

UNIVERSITY OF ARIZONA
JAN 25 1939
LIBRARY

ARCHIVES
DE
L'INSTITUT DE BOTANIQUE

sous la direction

de Ray. BOUILLENNE & A. MONOYER

---

1. Ray. BOUILLENNE : Le Futur Parc National des Hautes Fagnes.
2. Ray. BOUILLENNE : L'action des phytohormones sur la croissance, la division des cellules et l'organogénèse.
3. Ray. BOUILLENNE et J. HENRION : Irradiation de graines et de plantules par les ondes ultra-courtes.
4. Ray. et M. BOUILLENNE et divers collaborateurs : Les Viviers du Plateau de la Baraque Michel.
5. M. BOUILLENNE-WALRAND et L. DELARGE : Contribution à l'étude des pigments végétaux. I. Extraction et cristallisation de la phycocyanine de **Phormidium uncinatum** Gom.
6. M. BOUILLENNE-WALRAND et P. PREVOT : Sur l'utilisation de la méthode manométrique de Dixon et Keilin pour la mesure de la respiration cellulaire.
7. A. MONOYER : A propos de **Heleocharis multicaulis** (Sm.) Sm. et de sa variété vivipare.
8. A. MONOYER : Contribution à la Morphologie du complexe végétal désigné sous le nom de « Gomme de Sucreries ».
9. P. PREVOT : Influence des conditions d'anaérobiose dans la néoformation des bourgeons chez **Begonia Rex** Putz.
10. P. PREVOT : Influence de l'engrais « Colombine » sur la néoformation des bourgeons chez **Begonia Rex** Putz.
11. H. WELSCH : Un calorimètre de haute précision.
12. J. DAMBLON, A. MONOYER et J. MOUREAU : Contribution à la flore mycologique de la Haute et de la Moyenne Belgique.
13. A. MONOYER : Parcours des faisceaux chez **Ephedra fragilis** Desf. var. **Campylopoda** (C. A. Meyer) Stapf.
14. J. MOUREAU : Une nouvelle station de **Trametes suaveolens** (L.) Fries.
15. J. DAMBLON : Une Hydnacée peu connue : **Calodon compactum** Pers.

Editions J. PLUMHANS
VERVIERS

1938

580.6
71

LES ETABLISSEMENTS

HENKART, VAN VELSEN & LAOUREUX

Société Anonyme au Capital de 5.000.000 de francs.

Succursale : **LIEGE, 11, rue des Carmes.**

Ancienne Firme LAOUREUX & Cie

Succursale : **ANVERS, 70, Champ Vleminck.**

Siége social : **BRUXELLES, 155, rue de Laeken.**

INSTALLATIONS COMPLETES DE LABORATOIRES

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR L'ANALYSE

VERRERIES ET APPAREILS DE CHIMIE

APPAREILS SPECIAUX : MICROSCOPIE, BACTERIOLOGIE, PHYSIOLOGIE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES MATERIAUX

METALLOGRAPHIE, SPECTROGRAPHIE

FOURS ET BRULEURS « MEKER »

APPAREILS DE MESURES ELECTRIQUES

INSTRUMENTS POUR INGENIEURS

EXPORTATION

Documentation et Devis gratuits sur demande.

ARCHIVES
DE
L'INSTITUT DE BOTANIQUE
DE
L'UNIVERSITE DE LIEGE

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/archives-de-institut-de-botanique_1937_14

UNIVERSITE DE LIEGE

BELGIQUE

Vol. 14, 1937.

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT DE BOTANIQUE

sous la direction

de Ray. BOUILLENNE & A. MONOYER

1. Ray. BOUILLENNE : Le Futur Parc National des Hautes Fagnes.
2. Ray. BOUILLENNE : L'action des phytohormones sur la croissance, la division des cellules et l'organogénèse.
3. Ray. BOUILLENNE et J. HENRION : Irradiation de graines et de plantules par les ondes ultra-courtes.
4. Ray. et M. BOUILLENNE et divers collaborateurs : Les Viviers du Plateau de la Baraque Michel.
5. M. BOUILLENNE-WALRAND et L. DELARGE : Contribution à l'étude des pigments végétaux. I. Extraction et cristallisation de la phycocyanine de **Phormidium uncinatum** Gom.
6. M. BOUILLENNE-WALRAND et P. PREVOT : Sur l'utilisation de la méthode manométrique de Dixon et Keilin pour la mesure de la respiration cellulaire.
7. A. MONOYER : A propos de **Heleocharis multicaulis** (Sm.) Sm. et de sa variété vivipare.
8. A. MONOYER : Contribution à la Morphologie du complexe végétal désigné sous le nom de « Gomme de Sucreries ».
9. P. PREVOT : Influence des conditions d'anaérobiose dans la néoformation des bourgeons chez **Begonia Rex** Putz.
10. P. PREVOT : Influence de l'engrais « Colombine » sur la néoformation des bourgeons chez **Begonia Rex** Putz.
11. H. WELSCH : Un calorimètre de haute précision.
12. J. DAMBLON, A. MONOYER et J. MOUREAU : Contribution à la flore mycologique de la Haute et de la Moyenne Belgique.
13. A. MONOYER : Parcours des faisceaux chez **Ephedra fragilis** Desf. var. **Campylopoda** (C. A. Meyer) Stapf.
14. J. MOUREAU : Une nouvelle station de **Trametes suaveolens** (L.) Fries.
15. J. DAMBLON : Une Hydnacée peu connue : **Calodon compactum** Pers.

Editions J. PLUMHANS
VERVIERS

1938

Correspondances et échanges :
Dr. P. PREVOT, Secrétaire des Archives
3, rue Fusch, Liége (Belgique).

LE FUTUR PARC NATIONAL DES HAUTES-FAGNES

:: Protection de la Nature ::
Equilibres biogéographiques
Sciences — Vulgarisation — Tourisme
:: :: Organisation :: ::

par

Ray. BOUILLENNE
Professeur à l'Université de Liége
Directeur de la Station Scientifique du Mont Rigi
Membre du Comité de Direction
de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge.

avec

une Etude spéciale sur les **OISEAUX**

par

Alfred Van BENEDEN

CHAPITRE I.

L'état de la question des Réserves en Belgique et à l'Etranger.

1. — La Défense des Sites Belges.

Je n'ai pas l'intention de retracer par le détail la multiple et courageuse activité des hommes qui, avant la guerre, se sont consacrés à la préservation de certains territoires de la Belgique et notamment des Hautes-Fagnes de la Baraque Michel : de Munck, J. Massart, L. Fredericq, A. Bonjean, Comhaire, Rahir, Chargois, Stevens et tant d'autres.

Du volumineux dossier que m'a légué le regretté Léon Fredericq sur le sujet « Protection de la Nature en Belgique », je crois utile d'extraire certains faits qui marquent les principales étapes parcourues par nos prédécesseurs et permettent de tirer les conclusions et les enseignements qui aboutiront bientôt, je l'espère, à des réalisations définitives.

En 1835, le Gouvernement belge institua une Commission des Monuments qui assura la conservation des édifices célèbres et se consacra à la recherche des éléments archéologiques qui constituent notre patrimoine artistique. Cette position prise par les autorités pour la protection des éléments d'intérêt et de beauté du pays laissait entrevoir que la Belgique

nouvelle ne négligerait rien pour transmettre aux générations futures les souvenirs évocateurs d'un passé artistique et les paysages réconfortants d'un beau pays.

Cependant, 76 ans passeront sans qu'aucun pouvoir public se soit intéressé à la protection de la nature en Belgique. En 1911, sous l'action obstinée des personnalités citées plus haut, M. Carton de Wiart, Ministre de la Justice, annonça qu'il espérait que l'heure allait enfin venir d'appliquer aux sites, qui sont des monuments naturels, les mêmes règles protectrices que celles qui mettent les monuments à l'abri des destructions.

La promesse officielle donnée par cet éminent Ministre était le couronnement d'une longue série d'efforts. C'est à M. De Munck que revient l'honneur d'avoir pour la première fois, en 1886, posé la question de la protection des paysages en considération de **leur intérêt scientifique.**

M. Bommer, en 1902, porte-parole du Conseil supérieur des Forêts, concluait à la suite d'une étude que celui-ci l'avait prié de faire:

« Etant donnée l'importance de la conservation intégrale des » parties les plus pittoresques de notre pays au point de vue de la » science, de l'art et du tourisme, il y a lieu de proposer au Gouver- » ment : 1°) Qu'il soit fait un inventaire général des sites et des régions » présentant un intérêt spécial aux points de vue précédents ; 2°) Que » celui-ci prenne les mesures nécessaires pour réaliser leur conserva- » tion intégrale ; 3°) Qu'il soit institué une Commission permanente, » dite Commission des Réserves, ayant le caractère de la Commission » royale des Monuments, qui soit officiellement chargée de cette double » mission. »

En 1905, Léo Errera, ayant visité en Bosnie-Herzégovine quelques réserves dans lesquelles ce qui reste des intéressantes forêts vierges des Carpathes était conservé intact, à l'abri des modifications et des défrichements, déclara à l'Académie Royale de Belgique que « le Gouvernement acquerrait des titres précieux à la » reconnaissance de tous les naturalistes et augmenterait de façon » durable le patrimoine scientifique de la nation s'il créait dans les » régions les plus caractéristiques de notre pays « quelques réserves » nationales » de ce genre ». Le Secrétaire perpétuel de la Classe des Sciences fut chargé de saisir M. le Ministre de l'Agriculture de ces propositions.

En 1908, l'attention de M. le Ministre des Sciences et des Arts fut appelée, par une question de M. le Représentant Malempré, sur l'intérêt scientifique que présenterait la création d'une réserve dans les Fagnes de la Baraque Michel. M. Léon Fredericq remit un rapport dans lequel il signalait comme particulièrement intéressantes et intactes certaines fagnes du plateau.

Mais en 1909, 1910 et 1911, on pouvait constater les progrès rapides des plantations d'épicéas dans le périmètre de la fagne, tant sur le domaine de l'Etat que sur celui des Communes. En avril 1911, Léon Fredericq reprenant et précisant le vœu formulé par Léo Errera, obtint de la Classe des Sciences de l'Académie un nouveau vote pour la création d'une réserve dans les fagnes.

Le texte de la résolution que voici, fut envoyé au Gouvernement et aux communes riveraines de la fagne :

« La Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique » recommande à l'Etat et aux Communes la création de réserves au » Plateau de la Baraque Michel, de manière à y conserver sur une » étendue suffisante l'aspect si caractéristique et si pittoresque des » Hautes-Fagnes, et d'y préserver la flore et la faune glaciaires, mena- » cées d'une destruction prochaine par les travaux d'assèchement et » de boisement. »

Les autorités furent sensibles au vœu de l'Académie. La commune de Jalhay s'empressa dans sa séance du **25 octobre 1911** de réitérer la promesse que son bourgmestre avait faite à Léon Fredericq de ne pas procéder à de nouveaux travaux d'assèchement et de boisement dans la partie des Hautes-Fagnes limitée à l'est par la Prusse et à l'ouest par la route d'Eupen à Malmédy et une ligne se dirigeant de la Croix Panhaus à la commune de Sart.

De son côté, M. Van De Vyvere, Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics, répondant à une question posée par le Représentant M. Boiboux à la séance de la Chambre du **29 novembre 1911**, donna les mêmes assurances quant à ces mêmes fagnes communales dont il évalua la surface à 300 hectares pour la portion située à l'est de la route et à 600 hectares pour la portion située à l'ouest. Il fit également connaître l'existence d'une réserve de plus de 300 hectares de fagnes domaniales dans le voisinage de la Baraque Michel, création dont il fit remonter l'origine au vœu formulé en 1902 par le Conseil supérieur des Forêts.

Léon Fredericq se réjouissait du succès de ses démarches et disait :

« Si ces pourparlers aboutissent, nous aurons au plateau de la

» Baraque Michel un bloc de plus de 1.000 hectares d'un tenant. Et » l'excursion classique de Hockai à la Baraque pourra se faire sur un » terrain dont l'aspect actuel si caractéristique et si pittoresque sera » religieusement conservé, au moins de ce côté de la frontière. »

ACTION DE L'OPINION PUBLIQUE.

Entre-temps, s'était fondée sous le haut patronage de S. M. la Reine des Belges, la Ligue des Amis de la Forêt de Soignes, en 1909, année où se réunit à Paris le premier Congrès International pour la Protection de la Nature.

En 1910, le Congrès International d'Art public à Bruxelles, au cours d'une des séances tenue en pleine forêt de Soignes, entendit plusieurs rapports sur la conservation des sites, par MM. R. Stevens, L. Van Der Swaelmen et M. De Munck.

La création de la **Ligue belge pour la Protection de la Nature,** le dimanche 24 mars 1912, fut considérée dans le monde des sciences et des arts comme une date importante. Elle était patronnée par des personnalités compréhensives appartenant à la Chambre et au Sénat (1), avec comme Présidents d'honneur MM. Carton de Wiart, Ministre de la Justice et J. Destrée, Député. Cette séance officielle pour la constitution définitive de la ligue avait été organisée par la Société Royale de Botanique de Belgique qui avait pris l'initiative de constituer un comité provisoire (formé des délégués des principales associations scientifiques), chargé d'élaborer un projet de règlement et de convoquer la séance plénière. Cette première réunion sous la présidence de Léon Fredericq (Jean Massart, Secrétaire) eut un grand succès : le public était nombreux, les pouvoirs publics représentés.

L'activité de la Ligue belge pour la Protection de la Nature fut enthousiaste et multiple. Elle organisa notamment des excursions scientifiques dirigées dans les différentes parties intéressantes de Belgique. Le dévouement de ceux qui les dirigèrent fut récompensé par l'intérêt que le public prit à ces visites. Aussi, le 2me Congrès International « Für Heimatschutz » tenu à Stuttgart en octobre 1912, félicitait la Belgique de son activité dans ce domaine.

De nombreuses sociétés fonctionnaient dans les centres touristiques : Société pour la Protection des Sites et des Monuments en

(1) parmi lesquels on pourrait citer encore actuellement intéressés au problème : MM. C. Houzeau de Lehaye, C. Huysmans, P. Janson, C. Magnette, E. Vandervelde, etc...

Belgique, la Ligue pour la Protection des Sites du Pays de Liége, présidée par M. Digneffe ; les Chercheurs de Wallonie, société géologique et archéologique qui est la première société belge qui se soit intéressée à la défense des paysages ; Ligue des Amis de la Forêt de Soignes ; Ligue des Amis de la Vallée de l'Ourthe ; Ligue des Amis des Arbres ; Ligue pour la Défense du Limbourg ; Société Namuroise pour la Protection des Sites et des Monuments ; Comité de Défense de la Fagne (1911) avec comme Président, le poète M. Albert Bonjean ; la Fédération des Sociétés pour la Protection des Sites et des Monuments Naturels et Historiques de Belgique.

Ainsi donc, à cette époque (1902-1912), un puissant mouvement de défense des paysages naturels était né dans notre pays.

CREATION
DE LA SECTION DES SITES.

Sous la pression de l'opinion publique, M. le Ministre Poullet put proposer au Roi, le 2 juin 1912, de compléter l'action de la Commission Royale des Monuments par l'adjonction d'une section des Sites, demandée depuis si longtemps. Dans son rapport, le Ministre se montrait très justement alarmé des menaces que fait peser le développement continu de l'industrialisme sur les parties demeurées intactes de notre patrimoine magnifique et irremplaçable.

« A côté des préoccupations surtout d'ordre esthétique tendant » à sauvegarder la parure naturelle de la patrie belge, d'autres préoccu- » pations d'ordre plutôt scientifique se sont fait jour... Sur presque » toute l'étendue du territoire, les cultures et les défrichements en ont » transformé profondément l'aspect primitif... Il est cependant désira- » ble de conserver dans quelques localités particulièrement intéressan- » tes le sol et ce qui le recouvre dans leur état naturel. Il serait utile » d'y constituer quelques réserves ayant conservé les aspects caracté- » ristiques... **En attendant qu'une législation plus efficacement protec- » trice de nos paysages puisse être élaborée,** la constitution d'un orga- » nisme consultatif investi de la mission d'éclairer l'action des pouvoirs » publics et d'étudier les problèmes dont il vient d'être parlé sera très » utile. »

Ainsi fut organisée, en 1912, la Commission Royale des

Monuments et des Sites sous sa forme excellente d'aujourd'hui.

L'élan donné en Belgique pour la protection de la Nature eut une forte répercussion dans les pays voisins si j'en juge par les nombreuses lettres trouvées dans le dossier Fredericq : par exemple, celle du Professeur Conventz, du Staatlischstelle für Naturdenkmalpflege in Preussen, demandant des renseignements « über den Schutz der Natur in Belgien » (2 février 1912, par les propositions du Dr Paul Sarasin, de Bâle qui était à la tête du mouvement de protection de la nature en Suisse et qui, au Congrès International de Zoologie de Gratz en 1910, avait fait voter la constitution d'un Comité pour la protection universelle de la nature. La première réunion de ce Comité fut fixée à Bruxelles. Elle eut lieu après la guerre.

RESULTATS OBTENUS AVANT 1914.

Toutes ces Sociétés et Ligues régionales luttèrent, de concert avec la Commission Royale des Monuments et des Sites, pour protéger les joyaux naturels de la Belgique et c'est grâce à elles que plusieurs endroits particulièrement beaux et intéressants furent protégés contre une exploitation industrielle ou agricole. Nous citerons en exemple :

Les Rochers de Sy (lettre de M. Jean Massart du 10 juillet 1912, demandant instamment que l'on intervint auprès du Bourgmestre de Vieux-Ville), car les fameux rochers devaient devenir une carrière ;

La vallée de l'Ourthe en amont de Laroche qui devait recevoir un vaste barrage au Hérou (le Professeur Chargeois a mené avec succès dure campagne) ;

Les Fagnes que la Ligue de la Défense de la Fagne a sauvées en 1914 d'une société allemande voulant y organiser l'extraction de la tourbe.

Les Amis de la Forêt de Soignes ont maintenu à distance les appétits et les intérêts particuliers (pénétration de lignes

de tramways ou de chemins de fer, construction de réservoirs, de sanatoria, de dépôts, d'usines électriques, de cimetières, de routes automobiles, de champs de courses, de pistes d'entraînement, de villas, de restaurants (3me rapport annuel, 1911, rapport de M. Buls, Président) ; ils se sont aussi opposés aux sollicitations constantes de ceux qui désiraient l'embellir, l'améliorer, la perfectionner ou qui invoquaient des motifs absolument étrangers à sa conservation : utilité publique, rapidité des communications, usage charitable d'une de ses parties, sous prétexte que ces mutilations insignifiantes ne pouvaient entamer la beauté de la forêt. Jean Massart écrivait en 1911 :

« Les embellissements de la forêt de quelque nature que » ce soit lui seraient aussi funestes que la suppression de l'ex- » ploitation forestière. Dans un cas comme dans l'autre, elle » perdrait ce caractère si particulier qui en fait un type à part » dans les boisements de Belgique ».

Malheureusement, les admirables marais de Staelem, près de Genck, les plus caractéristiques de la Campine belge, se sont trouvés pris entre les charbonnages de Waterschei et de Winterslag qui les ont fait disparaître et les schorres de Nieuport ont dû céder devant l'établissement d'un terrain de golf.

***

Ce qui frappe au cours de la lecture de tant de lettres, de rapports, de créations de sociétés protectrices de monuments et de sites, de conférences, etc... c'est l'inquiétude de certains de nos prédécesseurs devant la rapidité avec laquelle se défigurent les paysages de la Belgique et s'altèrent les conditions d'équilibre entre les éléments constitutifs des sites intéressants au point de vue scientifique. Ces hommes dévoués et généreux ont une juste vision de l'avenir ; ils sont irrésistiblement poussés à l'action par l'angoisse qui les étreint de ne pouvoir arrêter à temps les transformations que l'industrie, l'agriculture, l'urbanisation provoquent dans un pays très petit et très peuplé ; ils ont compris la valeur pour la collectivité, qui ne s'en est pas encore rendu compte, de l'existence de

conditions naturelles dans certains territoires particulièrement beaux et intéressants.

Leur attitude a été celle qu'on doit avoir à des avant-postes. Ils ont fait le guet sur les territoires les plus intéressants qu'ils parcouraient souvent pour les connaître de mieux en mieux. Surprenant les causes d'altération, ils les dénonçaient à l'autorité, espérant du secours et de leur côté, ils tâchaient, dans la faible mesure de leurs moyens, de faire échouer toute entreprise dangereuse pour le maintien du site à l'état naturel.

Mais leur action a consisté uniquement à émouvoir l'opinion publique et à tenter d'amener le Gouvernement à prendre les mesures nécessaires pour réaliser « la conservation intégrale » du site menacé. Ils ont mis sur pied une importante documentation sur les régions et les sites présentant une valeur esthétique ou scientifique et ils en ont dressé l'inventaire (voir J. Massart, « Pour la Protection de la Nature en Belgique », 1912).

Mais, ils ont complètement négligé d'instruire le Gouvernement sur *la nature des mesures à prendre* et se sont déchargés sur lui de *la réalisation du statut de cette protection efficace*, statut que demandait déjà le ministre Poullet en 1912.

REPRISE DES ACTIVITES POUR LA PROTECTION DE LA NATURE.

Après la guerre, l'opinion et les pouvoirs publics affairés dans le redressement des ruines accumulées pendant près de cinq ans, se sont désintéressés pour un temps de la question des Réserves Nationales en Belgique.

Mais l'activité des Belges dans ce domaine, avant 1914, valut à notre pays, l'honneur de devenir le siège de l'Office International de Documentation et de Corrélation pour la Protection de la Nature, proposé par M. Sarasin.

En ce qui concerne la protection effective et permanen-

te de certaines portions du territoire belge, c'est-à-dire l'établissement d'un statut définitif des réserves précédemment désignées aux pouvoirs publics, tout ou presque tout fut à recommencer. Les promesses même les plus officielles furent oubliées. En fait, devant la question de la protection et de la réserve des Hautes-Fagnes, on s'est retrouvé, en 1924, au même point qu'en 1910, mais avec quinze ans de retard pendant lesquels la flore et la faune dans certains endroits ont été considérablement, pour ne pas dire totalement altérés (1).

LA STATION SCIENTIFIQUE DU MONT RIGI.

Les initiatives en faveur de la protection de la nature reprennent dans la région du plateau des Hautes-Fagnes à la suite de la création de la Station Scientifique du Mont Rigi, en 1924.

L'Université de Liége, pour permettre aux professeurs et étudiants d'étudier les conditions biologiques qui règnent dans les tourbières, avait accepté sur la proposition de MM. Léon Fredericq, M. Dehalu et R. Bouillenne d'établir un laboratoire en lisière de la fagne wallonne qui était à cette époque la plus intéressante.

C'est de ce laboratoire que nous avons pu suivre chaque

(1) Malgré la bonne volonté des services forestiers (Directeur Général : M. Crahay), qui ont scrupuleusement évité d'introduire l'Epicéa dans les fagnes classées entre la route d'Eupen à Malmédy et l'ancienne frontière, le sol et la flore ont évolué, car ces fagnes avaient été déjà découpées par le réseau serré des fossés de drainage préalables à la plantation qu'on devait y faire.

Les plantes intéressantes des tourbières y ont disparu. Une végétation uniforme constituée surtout par une Graminée à grosse motte (**Molinia cœrulea**) s'est imposée, entraînant la régression de la faune caractéristique des fagnes et du gibier qui se nourrissent des plantes indigènes (fruits, feuilles, etc...) et que **Molinia** ne peut satisfaire.

été l'évolution rapide des tourbières et la transformation du paysage à la suite des drainages en progression continuelle et des plantations de vastes carrés d'Epicéas.

En effet, la campagne d'assèchement des fagnes et des plantations d'Epicéas, ralentie avant 1914, s'est réorganisée et se poursuit rapidement d'année en année, non seulement en territoire belge mais aussi dans les cantons rédimés.

Il en est ainsi pour les fagnes de Sart qui ont subi depuis lors un vaste plan de boisement précédé par le drainage des sources de la Statte. De même dans les fagnes de Botrange, celles des sources du Pouhon des Cuves, celles du Schwarzbach, les lisières et certaines vastes parcelles de la fagne wallonne qui, en 1928, furent entamées par le drainage et la plantation de 140.000 Epicéas.

Ce plan de boisement est très défavorable au maintien des conditions biologiques des Hautes-Fagnes, maintien dont je montrerai plus loin la nécessité aux points de vue social, scientifique et économique.

Bref, pour ce qui concerne les Fagnes de la Baraque Michel, ce que l'on avait classé est détruit ; une bonne partie de ce qui est encore intéressant est en voie d'altération et les quelques endroits que l'on est arrivé à préserver ne continuent à garder leur intangibilité que par l'acharnement de ceux qui s'y sont dévoués.

LA DEFENSE DE LA FAGNE WALLONNE.

En 1928-29, nous avons eu le bonheur de sauver la Fagne Wallonne, dans sa partie communale, d'une tentative d'exploitation qui eût été désastreuse aussi bien pour la commune que pour le touriste et l'homme de science.

En 1928, nous interceptons l'information que le Syndicat belge de la tourbe « Sybet » propose à la commune de Sourbrodt de prendre

Fig. 1. — Station Scientifique du Mont Rigi, créée en 1924, par l'Université de Liége, à l'altitude de 674 m., entre la Baraque Michel et Botrange.
(Photo R. Bouillenne).

Fig. 2. — Le Professeur Léon Fredericq au cours d'une excursion au bois d'Aulnes de la Fagne Wallonne, en 1925.
(Photo Hannevart).

en location pour une exploitation industrielle de tourbe une zone de 142 hectares de la même fagne près de Drello.

Devant les propositions officielles de mise en exploitation industrielle d'un des plus beaux et intéressants territoires du haut plateau, il fallait reprendre d'urgence la tradition utilisée, avant-guerre, pour la défense des sites : alerter l'opinion publique, instruire les autorités afin qu'elles puissent faire avorter le projet au cas où elles accepteraient de considérer comme légitimes et nationales les raisons qui justifient la sauvegarde de ce site.

Tout d'abord, la Commission des Monuments et des Sites en est saisie. Son délégué, à cette affaire, M. Comhaire, vient me trouver en novembre 1928 pour la rédaction de son rapport.

Ensuite, à la même époque, le Comité National de Défense de la Nature qui venait de se fonder (novembre 1928 (1)) accepte d'entendre d'urgence un exposé sur la question de la fagne wallonne.

Comme délégué de la Station scientifique du Mont Rigi, je développe devant les 40 représentants des sociétés scientifiques de Belgique les arguments de tous ordres qui nous avaient paru à Léon Fredericq et à moi-même, devoir intéresser l'opinion publique et réveiller son action pour la protection de la nature dans les fagnes.

Un vote à l'unanimité vient confirmer la volonté d'action de ce comité qui décide d'envoyer à M. le Premier Ministre et au Parlement une protestation longuement motivée contre le projet d'exploitation de tourbe dans la fagne wallonne.

---

(1) Fédération des sociétés scientifiques régionales et touristiques de Belgique pour la défense des régions naturelles et des sites ; son siège est dans les locaux du Touring Club de Belgique, son président, M. Duchaine, Président du Touring Club ; le Secrétaire Général, M. Rahir, des Musées Royaux du Cinquantenaire ; le Secrétaire, M. De Vadder.

Ce Comité national venait à son heure et prenait la succession des ligues si actives d'avant-guerre. Ses buts sont de dresser la nomenclature des sites d'intérêt général, de les étudier aux points de vue scientifique et touristique et de publier les résultats de manière à dresser une sérieuse barrière préventive contre ceux qui, souvent dans un intérêt particulier, entreprennent l'altération de nos beautés naturelles.

Le programme englobe la constitution de réserves nationales ; mais, comme l'explique M. Van den Broeck, Vice-Président (lettre du 3 décembre 1928), plutôt sous la formule de dispositions protectrices que sous celle assez onéreuse et non pratique de Parcs Nationaux.

Enfin, les conséquences de l'enlèvement de la tourbe ne sont pas à négliger. Les terrains mis à nu seraient impropres à la plantation et à l'agriculture (d'après le rapport de l'expert M. Thiel, du 14 mars 1927, légèrement modifié le 28 novembre 1928) et une partie des habitants du village auraient été privés d'eau, car ils utilisent l'eau emmagasinée dans cette région de tourbe aussi bien en été qu'en hiver (cette réserve n'a jamais tari même au cours des années sèches).

La fagne wallonne fut sauvée par la Députation permanente de Liége par 4 voix contre 3 (lettre de M. Comhaire du 25 février 1930).

Le recours de la commune de Sourbrodt fut rejeté, comme me l'apprit la lettre du 14 juin 1930 de M. Bonjean.

Si j'ai raconté scrupuleusement cette affaire de 1928, terminée en 1930, ce n'est point par désir de faire revivre des souvenirs de la lutte que Léon Fredericq, A. Bonjean et tant d'autres ont engagée avec angoisse pour sauver la Fagne Wallonne ; c'est pour montrer combien est précaire la permanence des quelques régions naturelles de Belgique qui restent encore intéressantes. La Fagne Wallonne existe encore non pas parce qu'elle est un trésor ; mais parce que nous pûmes démontrer, aidés par la compétence de M. Pirard, Gouverneur de la Province, et de la Députation permanente, que l'exploitation projetée conduirait à un désastre financier.

ENTREPRISE DU COMITE BELGE DE L'OFFICE DE DOCUMENTATION ET DE CORRELATION POUR LA PROTECTION INTERNATIONALE DE LA NATURE.

Entretemps et pendant que se débattait cette grave question de la « Sybet » (1928-1930), une nouvelle tentative pour sauver définitivement la fagne wallonne fut faite avec l'aide de l'Office de Documentation et de Corrélation pour la Protection Internationale de la Nature et du Comité Belge de cet Office dont le Vice-Président était Léon Fredericq.

Fig. 3. — Le Parc National Suisse de l'Engadine. Le Val Mingèr, avec le Pic Plavna (3169 m.). Aspect de ce vaste parc, avec **Pinus Cembra** et **Pinus Montana** couchés.

(Photo Jaeger).

En mai 1926, ce Comité avait placé comme partie essentielle de son programme la création de réserves intégrales en Belgique et avait nommé une Commission d'Etudes avec Léon Fredericq comme Président.

Notre opinion très nette à Léon Fredericq et à moi-même était que, dans l'organisation de la protection de la nature, pour réussir, c'est aux propriétaires et pour une grande part aux administrations communales qu'il faut s'adresser.

M. Léon,Fredericq, M. le Secrétaire Général Derscheid, et moi-même avons alors visité différentes régions des Hautes-Fagnes avec en mains les plans cadastraux dont nous avions acheté les extraits.

Il était en effet élémentaire de savoir quels sont le ou les propriétaires des terrains sur lesquels une législation de protection allait être établie.

Nous avions rassemblé de sérieux atouts, tels que *moyens financiers pour acheter de grandes parcelles* à condition que le prix se maintint dans les normes du moment ; plan d'action bien précis, concours des seules personnalités qui puissent être moralement ou matériellement utiles, à l'exclusion des arrivistes ou des fâcheux ; bref, nous approchions à grands pas du but final et définitif.

Malheureusement, les activités inconsidérées et déplorables de quelques personnes qui n'ont aucune expérience de ce genre d'affaires, sont venues tout compromettre en attirant sur la question l'attention de gens qu'il convenait avant tout de laisser endormis et en dégoûtant les concours sérieux qu'à force de diplomatie nous étions parvenus à intéresser à notre cause.

Le résultat est que, le 8 mars 1929, M. le Secrétaire Général m'écrivait :

« Je crois que le travail est à recommencer dans des » conditions devenues bien plus difficiles ».

ACCORD AVEC LA COMMUNE DE JALHAY.

Dans ces conditions, je commençai personnellement au nom de la Station des Hautes-Fagnes de l'Université de Liége, des négociations avec les Administrations communales.

Me rappelant la compréhension dont, déjà avant la guerre, la commune de Jalhay avait fait preuve en accueillant une demande de MM. de Munck, Van den Broeck et L. Fredericq, je rendis plusieurs visites à M. Herman, Bourgmestre ; celui-ci m'écouta avec une attention pleine de déférence pour les buts scientifiques au nom desquels je me permettais d'intervenir. Sa lettre du 7 février 1930 témoigne de son action. Elle dit :

« Monsieur le Professeur,

« J'ai porté devant le Conseil Communal la proposition que » vous m'avez faite. Le principe a été adopté à l'unanimité ; seulement, » quelques membres voudraient être fixés sur l'étendue à céder, ainsi » que sur les inconvénients qui pourraient résulter pour la chasse.

» Je les ai rassurés quant à ce dernier point ; mais ces membres » voudraient une déclaration écrite, afin de ne pas entrer en conflit » avec l'adjudicataire de la chasse.

» Un mot de votre part et l'affaire sera dans le sac.

» Le Bourgmestre, (s) S. Herman. »

Il entrait dans mes intentions de donner à notre accord une sorte de consécration officielle notariée.

Malheureusement, j'ai dû quitter la Belgique pour accomplir une mission dans les Indes Néerlandaises pendant une année ; à mon retour, M. le Bourgmestre Herman était mort. Mais son successeur, M. Dumoulin, a droit à notre reconnaissance pour avoir, avec son Conseil Communal, continué la ligne de conduite si nettement tracée, ainsi qu'en témoigne le fait d'avoir refusé avec l'unanimité de son Conseil, le plan

de reboisement de la fagne établi par le service forestier.

« La Fagne, disait le Conseil Communal, doit être con-
» servée intacte ; tout projet de plantation d'Epicéas doit être
» écarté. » (« Dernière Heure » du 23 décembre 1933 et « In-
dépendance Belge » du 9 mars 1936).

De plus, lorsque le laboratoire du Mont-Rigi a entrepris des fouilles dans les viviers de la grande fange, M. Dumoulin les a visitées et a fait apposer aux frais de la commune un écriteau en interdisant le pillage.

Que n'ai-je eu le temps d'entretenir des relations qui eussent pu être amicales avec les autorités communales de Sart, Francorchamps, Bévercé, etc... !

Peut-être bien que les vastes travaux de plantations n'auraient pas été réalisés, qui depuis 1933, ont ruiné les sources de la Statte, provoqué le ravinement de la surface des fagnes de la Vecquée et altéré le faciès de cette région impressionnante ?

TENTATIVES RECENTES POUR LA PROTECTION DES HAUTES-FAGNES.

Il n'est pas nécessaire de continuer l'énumération de tous les projets qui ont essayé, de 1930 à nos jours, de sauver des portions de fagnes, ni de rappeler toutes les énergies dépensées dans ce but et dont beaucoup échouèrent encore [1].

---

(1) Je voudrais citer la requête de M. Loppens, le 15 octobre 1930 au **Conseil d'Administration du Fonds National de la Recherche Scientifique,** priant le Fonds National d'accepter de consacrer une fois pour toutes un certain capital à la création d'une réserve naturelle puisqu'il s'agit en somme de favoriser et de stimuler les études scientifiques, ce qui est le but de Fonds National.

Dans sa séance du 14 novembre 1930, le Conseil a décidé de prendre la demande de M. Loppens en considération et de la

Je mentionnerai cependant d'une manière toute particulière la tentative qui m'avait paru excellente bien que partielle : celle de M. Delville, Directeur Général des Eaux et Forêts, Membre de la Commission Royale des Monuments et des Sites, d'établir une vaste réserve d'un seul bloc, comprenant des terrains de l'Etat et de la commune de Jalhay.

Le plan de cette vaste réserve avait été dressé par MM. Albert Bonjean, Léon Fredericq, les Inspecteurs forestiers et moi-même (lettre de M. Léon Fredericq du 1er octobre 1932).

---

transmettre pour avis aux commissions scientifiques compétentes qui sont en même temps consultées sur le principe général de la constitution de réserves naturelles.

M. Léon Fredericq est interrogé sur l'éventualité d'une intervention concernant les fagnes de la Baraque Michel.

M. Léon Fredericq répondait comme l'on pense bien : « Que les dunes de La Panne comme les Fagnes constituent des » joyaux parmi les rares coins du territoire belge qui n'aient pas » encore été domestiqués et dénaturés par l'industrie humaine et » où le jeu des forces naturelles peut continuer à s'exercer libre- » ment. »

M. Fredericq insistait de plus sur l'urgence de dispositions protectrices pour les fagnes qui sont menacées d'une disparition prochaine par les plantations d'Epicéas dont le rideau meurtrier s'étend chaque année.

Je rappellerai ensuite la demande que m'adresse **M. l'Ingénieur-Agronome J. Fohal,** sur la nécessité de joindre dans toute entreprise pour la protection des fagnes, une réserve créée avant la guerre à Neu Hattlich dont les manuels de Géographie en usage dans les écoles d'Aix-la-Chapelle avant 1918 signalent l'existence aux enfants.

M. Fohal m'écrit que l'administration forestière belge ne paraît pas être au courant de cette réserve et m'engage à attirer l'attention de cette administration sur l'intérêt de ce site.

Enfin, je citerai aussi l'initiative de **M. Wisimus.** A la suite d'une excursion en fagne que j'eus le plaisir de diriger, il fit siennes les considérations développées sur l'urgence d'une intervention directe et sur les seuls moyens d'y parvenir. Il adressa à M. le Ministre des Travaux Publics Forthomme, le 20-9-1934, une requête dans laquelle il exposait nos suggestions.

Malheureusement M. Delville n'eut pas le temps, avant sa mise à la retraite, de faire consacrer officiellement cette réserve qui eût payé Léon Fredericq de ses trente années d'efforts continus.

Au départ de M. Delville, le dossier fut enterré jusqu'en 1935, époque à laquelle M. le Directeur Général Drumeaux fit approuver la mise en réserve d'une vaste étendue de fagnes domaniales.

***

En 1935, alors que disparaissait Léon Fredericq, un nouveau branle-bas surgit à l'annonce d'un projet de constituer sur la Hoëgne supérieure, un réservoir de retenue d'eau destiné à l'alimentation de la ville de Spa et des environs.

Ce fut l'occasion qui déclancha l'apparition à Verviers d'un groupement qui rallumait le flambeau de la ligue d'avant-guerre pour la Défense de la Fagne et qui, avec Albert Bonjean comme Président d'Honneur et Antoine Freyens comme Président effectif, réussit à grouper en moins d'un an près de mille membres.

Leur association, sans but lucratif, « Les Amis de la Fagne », joignait aux efforts dispersés pour la protection de la nature, l'appoint d'un mouvement de masse.

La revue qu'ils ont créée pour la défense et l'illustration de la fagne paraît depuis octobre 1935. Cette association a repris les traditions de documentation et de protection des sites avec une énergie renouvelée.

***

Enfin, à la même époque, M. Du Bus de Warnaffe, Ministre de l'Intérieur, constitua un Comité Ministériel restreint sous la présidence de M. le Ministre Vandervelde, Comité qui

avait comme mission de mettre au point la conservation et la mise en valeur de la région de Spa et des Fagnes.

Plusieurs sous-comités furent créés pour les études hydrographique, touristique et administrative.

La première réunion eut lieu sous la présidence de M. Vandervelde, le 21 décembre 1935.

Les réunions, qui se sont succédées de semaine en semaine, ont abouti à des rapports circonstanciés :

1) sur la délimitation d'un grand périmètre autour de Spa qui subirait les effets d'une urbanisation touristique, par MM. Renier et Bouillenne ;

2) sur la délimitation d'une réserve nationale dans les Hautes-Fagnes de Belgique, par M. R. Bouillenne ;

3) sur l'alimentation en eau potable de la ville de Spa, par M. l'Ingénieur H. Dupont ;

4) sur les problèmes hydrologiques de la région spadoise, par M. A. Renier.

A la suite de ces débats, le Gouvernement prit un arrêté royal (1-12-1936) nommant M. le Comte Adrien Van der Burch en qualité de Commissaire du Gouvernement pour la région de Spa et des Fagnes.

CONCLUSIONS.

J'ai cru nécessaire de récapituler les entreprises principales qui se sont succédé depuis 1902 jusqu'aujourd'hui, moment où le problème est soumis à une étude d'ensemble, de manière à pouvoir dégager de cette longue série d'efforts, quelques indications pour le succès de l'Œuvre Nationale pour la Protection de la Nature.

Une première constatation s'impose qui vient confirmer les remarques que j'ai déjà formulées. Après la guerre, tout

comme avant, les tentatives pour la protection de la nature n'ont abouti à aucun résultat général ayant un caractère de permanence. (Une seule exception, voir page suivante).

Evidemment, trente-cinq ans de tenaces polémiques n'ont pas été inutiles, puisque le public s'agite de toutes parts et devient exigeant et que nous entrons enfin dans la voie des réalisations. Mais, eu égard au dévouement et à l'énergie dépensés, il y a longtemps que la protection de la nature en Belgique aurait dû avoir son statut.

Ce ne sont pas les quelques résultats partiels obtenus à grand peine qui peuvent être considérés comme une solution de l'ensemble du problème.

On peut évidemment être satisfait par le classement d'un certain nombre de sites, par le maintien dans toute sa beauté de la forêt de Soignes, par la suppression du boisement dans deux séries de fagnes malheureusement déjà drainées, etc..., etc... et par le ralentissement général de la poussée qui cherche à utiliser pour des rendements économiques la moindre parcelle de terrain encore naturel et improductif.

Mais quand on examine chacun de ces résultats, on est stupéfait de leur instabilité ; malgré la garantie officielle, le classement d'un site ne donne pas toute sécurité pour son maintien sans altération.

De plus, les seules fagnes (du Geitzbuch et de Durhet) qui ont eu, sur la proposition de l'administration forestière, une consécration officielle de leur mise en réserve (1935), ont été protégées trop tard.

Depuis 1911, époque où les plantations d'Epicéas qu'elles portaient furent consumées, ces fagnes, dont le drainage était pourtant achevé, n'ont subi aucune nouvelle plantation d'Epicéas par suite d'une respectueuse fidélité à une promesse faite autrefois par M. le Directeur Général. Mais, il est permis d'imaginer que la promesse de M. Crahay ne liait pas néces-

sairement ses successeurs (1).

En outre, il est bien évident que les décisions du Conseil Communal de Jalhay en 1911 et en 1930, si favorables au maintien des fagnes, ne sont pas impératives pour l'avenir.

Que deviendrait la forêt de Soignes sans la vigilance de tous les instants et l'autorité de ses défenseurs actuels dont le prestige personnel agit incontestablement ? On en est à souhaiter que M. Stevens soit éternel (2). De même les dunes classées depuis longtemps entre La Panne et la frontière française sont aujourd'hui intactes non point par l'effet de leur classement, mais parce que les héritiers propriétaires du terrain ne sont pas d'accord sur un mode adéquat de lotissement. Comment les empêcher de lotir le jour où ils se décideront ?

Ensuite, beaucoup de sites classés sont uniquement des points de vue et ils ont un intérêt parce que la vallée qu'ils surplombent est belle. Le classement du site aura-t-il jamais autorité sur les constructions qui s'établiront en face ? Ou bien comme sur Beaumont à Esneux, pourra-t-il empêcher l'organisation d'une kermesse estivale, sur les splendides Orchidées du Plateau ?

***

(1) Je m'incline très respectueusement devant l'exécution de la parole donnée. Mais cependant, qu'il me soit permis de rappeler qu'il a fallu attendre l'incendie accidentel des plantations de résineux installées sur une grande partie de ces fagnes pour que leur protection comme fagnes soit prise en considération. Or, leurs tourbières sont mortes par dessication après la campagne d'assainissement qu'elles ont subies en vue des plantations d'Epicéas. Leur rôle utile dans la régularisation du régime des eaux qu'une tourbière non drainée réalise normalement n'existe plus et la flore caractéristique a presque disparu.

(2) Nous avons à déplorer la mort de M. Stevens survenue après la rédaction de ce travail.

Fig. 4. — Au sommet du Volcan Bishoke (3770 m.). Végétation alpine à Alchémilles, Seneçons géants et Lobélies géantes. Au fond les Volcans Sabinyo, Gahinga entourés de nuages.

(Photo de Witte, cliché Inst. Parcs Nat. Congo Belge).

Ainsi donc, si je me plais à rendre hommage à l'enthousiasme généreux de ceux qui se sont dévoués à la protection de la nature, je suis navré de constater avec eux, d'une part, l'échec de la plupart de leurs tentatives, d'autre part, l'inquiétante instabilité de la sauvegarde obtenue.

Evidemment, ce problème est plein d'embûches. Les difficultés de réalisation sont profondes et nombreuses, mais l'échec ne peut être attribué ni aux hommes, ni à la difficulté. L'échec est dû à la technique utilisée par la plupart des défenseurs des sites.

On constate comme je l'ai fait remarquer plus haut, que le mode d'action fut relativement le même en toute circonstance : rallier le plus grand nombre de personnes au mouvement de protestation contre la destruction d'un site remarquable, la disparition des plantes et des animaux indigènes, l'altération du sol ; obtenir du gouvernement par la poussée massive de l'opinion publique le classement de l'endroit menacé.

Les défenseurs des sites se sont dépensés, décelant les causes de dégradation, jetant l'anathème sur les expansions industrielles et agricoles, mettant tout leur espoir dans une action autoritaire du gouvernement, agissant chacun selon ses moyens, en ordre dispersé, d'urgence de peur qu'il soit trop tard. C'est ainsi qu'ils ont travaillé personnellement dans la mesure du possible à empêcher le boisement de certains territoires, à provoquer le reboisement de certains autres, à freiner l'aliénation éventuelle de terrains communaux, à défendre les vieux sentiers existants contre leur désaffection, à protester contre l'ouverture de nouveaux, à maintenir les servitudes, etc... (voir discours de M. Pirard, Gouverneur de la Province de Liége, le 2 octobre 1933).

Mais toutes ces initiatives ont manqué de coordination, et quand enfin le Gouvernement s'est inquiété, les promesses qu'il fait sont souvent suivies de décisions improvisées ; les intérêts privés ont alors beau jeu d'en réduire l'efficacité.

⁂

Pendant ces 10 dernières années, de toutes parts en Belgique, les efforts en vue de la protection de la nature se multiplient et évoluent considérablement.

On cherche maintenant, moins le rassemblement de tous ceux qui s'inquiètent de l'altération des paysages chers à leurs randonnées et à leurs rêves qui était la principale action d'autrefois, que le moyen d'établir de manière permanente sur les régions reconnues intéressantes, un mode d'interventions coordonnées, placées sous l'égide de la science.

La plus belle illustration de ce mode de penser se trouve dans le discours prononcé par S. M. le Roi Albert à la séance d'installation de la Commission administrative du Parc National Albert, le 19 octobre 1929 :

« Une tendance nouvelle se fait jour actuellement dans » la conception de ces réserves. Cette tendance est sans aucun » doute appelée à prendre de nouveaux développements : » *c'est l'intérêt des recherches scientifiques qui devient désor-* » *mais la raison d'être essentielle de ces installations* ».

et dans celui prononcé le 16 novembre 1933 par S. A. R. le Duc de Brabant à l'African Society de Londres :

« La protection de la nature pose un problème d'une » ampleur universelle ; sa solution ne peut être abandonnée » à l'initiative de groupements isolés, dont l'action forcément » restreinte ne peut imposer l'ensemble des mesures efficaces » de conservation. Seul l'Etat peut et doit assumer les charges » d'une organisation protectrice qui intéresse l'humanité en- » tière dans son progrès moral, social, économique et culturel».

En réalité, la politique de classement des sites telle qu'elle a été conçue et utilisée en Belgique, ne fait qu'effleurer très superficiellement le problème qu'il faut résoudre : celui de la protection définitive de la Nature.

Pour quelles raisons ?

1° D'abord, comme je l'ai dit, un site classé ne persiste intact que pour autant qu'il soit surveillé constamment par des défenseurs attentifs. Un statut aussi peu opérant par soi-même qu'il nécessite la présence constante d'hommes informés, de bonne volonté et dont pour finir, l'action n'est pas assurée de succès, est un statut insuffisant ; il ne rencontre même pas le programme minimum.

2° Ensuite, la législation du classement, si elle est excellement adaptée à la conservation d'un monument, est incomplète et inefficace dans le cas d'un site. Car il n'est matériellement pas possible d'appliquer à un territoire une technique qui convient uniquement à un monument ou à une façade que le Gouvernement n'est pas toujours astreint d'entretenir.

3° Enfin, le concept d'un site est inadéquat, car un site n'est pas seulement un paysage, c'est un monde biologique constitué d'organismes vivant dans un complexe de facteurs où le sol, l'hydrographie, le climat, l'orientation, etc... sont en continuelle fluctuation. C'est un territoire en évolution pour lequel il ne peut être question de maintenir le statu quo ; qu'on le veuille ou non, et même si par fortune les conditions naturelles sont gardées, les éléments constitutifs n'en restent pas immobiles.

Dès lors, il faut une organisation qui réussisse à protéger ces conditions naturelles, qui surveille à chaque instant les voies dans lesquelles l'évolution s'engage au cours des années et qui règlemente le tourisme de telle sorte que la nature subisse le minimum de trouble.

De plus, l'organisation indispensable au maintien de certaines régions dans leur faciès primitif ne peut se réaliser qu'en dehors de l'atmosphère d'instabilité et d'inquiétude que crée la menace d'une mise en exploitation toujours possible dans les territoires classés.

Il y eut incontestablement chez nous une erreur de technique d'avoir confondu, dans une même politique de protection, les sites et les monuments et surtout d'avoir cru que le classement d'un site satisfait aux exigences d'une réserve naturelle.

2. — Les Parcs Nationaux Etrangers.

A l'étranger une autre formule que celle du classement et de la défense des sites a prévalu dans l'établissement du statut légal de la protection permanente de la Nature.

La plupart des pays civilisés ont délimité sur leur territoire des espaces relativement vastes, dont l'intérêt et la beauté étaient remarquables et qui se trouvaient encore à l'état naturel à la faveur de circonstances très diverses (grandes propriétés privées, grandes forêts sans voies d'accès, domaines d'état, dimension du pays dont tout n'est pas encore occupé, etc...).

Ils ont reporté toute leur action protectrice sur ces régions et les ont organisées au double point de vue du maintien de cet état primitif et du tourisme. Ce sont les Parcs Nationaux.

Les Parcs Nationaux apportent donc une contribution nouvelle à l'utilisation policée d'un pays. J'en exposerai dans le chapitre II, la signification et la justification.

Sans conteste, c'est aux Etats-Unis que revient l'honneur d'avoir créé la formule des Parcs Nationaux qui fonctionne depuis la création du Yellowstone National Park en 1872 et que le monde entier adopte progressivement.

Des trappeurs avaient découvert les montagnes et les geysers de cette région merveilleuse. Son étrangeté avait impressionné à tel point que deux expéditions furent organisées en 1869 et 1871 pour vérifier les bruits répandus jusque dans les villes de l'Est.

Les membres de la deuxième expédition réunis autour d'un feu

Fig. 5. — Intérieur d'une forêt de Bambous, vers 2.300 m. d'altitude sur un Volcan du Parc National Albert.

(Cliché Inst. Parcs Nat. Congo Belge).

de bivouac, devant l'exceptionnel intérêt du Yellowstone décidèrent de se partager l'exploitation commerciale des sources chaudes, des chutes d'eau, des grandes forêts, des glaciers, des canyons, du gibier, etc..., etc...

Peut-être l'émotion ressentie devant la grandeur du paysage et la puissance d'une nature totalement vierge, a-t-elle dicté à Cornelius Hedges, Avocat de Montana, une opposition généreuse à ce projet de spéculation profitable. Dans tous les cas, il prétendit que tous ces éléments de beauté ne devaient pas passer à une propriété privée, mais devaient être réservés pour le bénéfice du peuple et pour toujours. Cette conception reçut l'approbation unanime et, exposée au Gouvernement, provoqua l'envoi d'une troisième expédition, officielle cette fois, qui jeta les bases de l'organisation du territoire en Parc National.

L'acte de mars 1872 préserve les beautés naturelles de la région du Yellowstone contre toute altération et spoliation ; il charge le secrétaire du département de l'Intérieur du contrôle exclusif et de la réglementation.

La position du Parlement américain introduisait une nouveauté puisque jusqu'alors les lois protégeaient uniquement la propriété privée ; elle mettait cette fois un très vaste territoire à la disposition de tous les membres de la nation.

Bientôt, de nouveaux parcs nationaux furent proposés et organisés (Yosemite, General Grant, Mount Rainier) ; en 1916, il y en avait déjà 14 et pour coordonner l'action pour la protection de la nature, le Président Taft créa un bureau spécial responsable des parcs nationaux, logé dans les nouveaux bureaux de Washington et muni de l'exclusive juridiction sur tous les points nécessaires « *à maintenir sous une forme inchangée les paysages et la vie sauvage pour l'usage, le plaisir et l'instruction de la génération actuelle et des générations futures* ».

Cette centralisation fut particulièrement difficile aux Etats-Unis par suite des législations indépendantes des différents Etats.

A l'heure actuelle, les Etats-Unis ont 22 parcs nationaux, ainsi que de très nombreux parcs d'Etat. M. I. Story,

chef de Division au N. P. Service, considère que 4.000.000 de personnes se rendent annuellement dans l'ensemble des parcs, dont certains reçoivent entre 100.000 et 500.000 visiteurs. Et sans qu'on l'ait cherché, le Yellowstone, par exemple, qui n'est cependant accessible que peu de mois par an, vaut aujourd'hui beaucoup plus pour le pays que si on l'avait utilisé pour n'importe quelle exploitation qu'on a empêché de s'y établir.

Au Canada, les Parcs Nationaux existent aussi, nombreux et vastes. Le rapport du Commissaire Harkin (1935) montre l'intérêt croissant du public pour ces endroits réservés: 54.064 visiteurs en 1914, 710.778 en 1934, et se réjouit de ce que l'héritage collectif du peuple canadien soit aussi apprécié par de nombreux étrangers.

Ailleurs, au Japon, au Brésil, etc..., des Parcs Nationaux sont créés depuis plus ou moins longtemps. Je signalerai pour y avoir passé plusieurs semaines en 1922, le Parco Nacional et Horto Florestal do Itatiaya près de Rio de Janeiro au Brésil.

En Europe, il semble bien que les Suisses, les premiers, ont eu la sensation que l'intégrité du sol, sa beauté et sa richesse naturelle font corps avec l'intégrité de la patrie. Les Cantons depuis le Moyen-Age ont empêché quiconque d'abuser des biens appartenant à tous (protection du gibier en 1291, des oiseaux en 1336, des forêts au 15^{me} siècle). Sous l'impulsion d'hommes comme Uttermeyer (1870), Schröter (1910), Sarasin (1913), etc... la protection de la nature a pris la forme plus directe de la création de réserves totales ou partielles, soit de Zoologie, soit de Botanique, soit de Forêts, soit enfin de beauté pour réagir contre la profanation des grands sommets.

Les activités du Bureau central suisse, qui a plus de 30,000 membres, ont abouti à l'organisation du Parc National de l'Engadine qui fut inauguré en 1914 et qui compte aujourd'hui une superficie de 145 Km^2. Il existe en outre quelques réserves spéciales, dites scolaires où les jeunes gens sont con-

duits par des professeurs qui leur présentent objectivement les problèmes de la Biologie, de la Géologie et leur expliquent la raison d'être des Parcs Nationaux (voir Fig. 3).

Les autres pays européens ont suivi : la Suède, la Pologne, le Danemark, l'Empire Britannique, la Hollande et les Indes Néerlandaises, la France.

Le Danemark a quatre grands parcs établis depuis la promulgation de la loi sur la protection de la nature, le 8 mai 1917. Le Gouvernement danois a réagi avec maîtrise dans le cas le plus flagrant de spoliation : la côte d'Oresund près de Copenhague était fermée sur des dizaines de kilomètres par des murs ininterrompus de propriétés privées. Le Gouvernement a dépensé des millions pour racheter le droit, pour les habitants de la ville, de voir la mer et de se promener sur le rivage.

La France a sa fameuse réserve de la Camargue et celle du Mont Pelvoux.

L'Italie a fait dans les Alpes en 1922 le Parc du Gran Paradiso avec ses 750 Km^2 et en 1923 le Parc des Abbruzzes ; puis dans les dunes et forêts le long de la mer, le Parc de Circea.

J'ai cité déjà au début de mon exposé la réserve nationale des Carpathes.

En réalité, en Europe et dans beaucoup de Colonies, les gouvernements n'ont agi qu'assez récemment et sous le signe de l'inquiétude devant l'altération rapide des régions intéressantes et la disparition des plantes et des animaux indigènes ; tandis qu'aux Etats-Unis, au Canada, au Brésil, etc..., les Parcs Nationaux ont été organisés, certains depuis très longtemps, d'un coup, pour permettre à la collectivité de jouir du spectacle de la nature primitive et de s'en instruire, dans des endroits choisis pour leur beauté et leur valeur scientifique.

L'idée du danger menaçant la nature n'y est apparue

qu'après, lorsqu'on eut constaté que ces territoires primitifs s'altèrent vite et gravement par la fréquentation d'un public abondant et non discipliné.

***

En terminant, je signale avec fierté que le Gouvernement belge a organisé la protection de la Nature au Congo par la création du Parc National Albert dans le Kivu, le 21 Avril 1925. Cette vaste réserve, considérablement agrandie depuis, établie dans notre colonie à l'instigation du Roi Albert sur un plan comparable à celui des parcs américains est cependant orienté dans un sens un peu différent.

Le Roi Albert s'en est lui-même expliqué de la manière suivante lorsqu'Il a installé la Commission administrative du Parc National Albert le 15 octobre 1929 :

« ...D'autres pays, de plus en plus nombreux, ont imité » l'exemple de l'Amérique : l'Empire Britannique et ses Do- » minions (Canada, Nouvelle Zélande, Union Sud-Africaine), » la Suisse, la Suède, la Pologne, la Tchécoslovaquie, la Fran- » ce, la Hollande dans les Indes, etc... Mais une tendance » nouvelle se fait jour actuellement dans la conception de ces » réserves. Cette tendance est, sans aucun doute, appelée à » prendre de nouveaux développements : c'est l'intérêt des » recherches scientifiques qui devient désormais la raison » d'être essentielle de ces institutions.

» Si l'on tient compte du mode de formation de la Com- » mission administrative, on peut comparer le Parc Albert aux » Parcs Suédois qui sont placés sous le contrôle d'une Com- » mission scientifique dépendant de l'Académie Royale des » Sciences. »

Cette Commission est pourvue d'un statut juridique dont la conception dépasse en largeur de vue tout ce qui s'est fait dans le domaine de la protection de la nature jusqu'à présent. Il est cité comme modèle par de nombreux pays.

Fig. 6. — Plaine giboyeuse du Lac Edouard. Savane à Euphorbes cactiformes, dans la région de Ndeko. Au fond la chaîne des Mitumba.
(Photode Witte, cliché de l'Inst. Parcs Nationaux du Congo Belge).

Les territoires sont gérés par un Comité de Direction recruté au sein de la Commission. « Le but principal de l'Institution est la protection de la nature dans toutes ses formes, sous l'angle purement scientifique [1] ».

Aujourd'hui que le Parc National Albert s'est agrandi jusqu'aux flancs du Ruwenzori et que d'autres parcs sont créés au Congo belge ou vont l'être (le parc de la Kagerra, prochainement du Katanga, etc...), la Commission primitive est devenue l'Institut des Parcs Nationaux du Congo belge et fonctionne parfaitement (voir Fig. 4, 5 et 6).

[1] Van Straelen, Les Parcs Nationaux et la Protection de la Nature, 1937.

CHAPITRE II.

Définition et Justification des Parcs Nationaux.

Le pionnier américain qui a vécu, il n'y a pas très longtemps, sous le charme des paysages neufs, en a instruit sa descendance. Les récits de voyageurs, la photographie, le cinéma ont réveillé dans l'âme européenne le goût de la beauté de la nature vierge qui n'est plus facilement à notre portée.

Il a donné au monde une nouvelle conception de l'utilisation de territoires non encore exploités et a en outre mis au point un système d'organisation éprouvé, sous le terme généralement admis de Parc National.

On pourrait définir *le but d'un Parc National* comme suit : *il s'agit de garder pour le bénéfice de notre génération et des générations futures des régions intéressantes aux points de vue scientifique et spectaculaire ; celles-ci doivent être considérées comme des sanctuaires où plantes, animaux et sol sont préservés dans des conditions aussi primitives que possible.*

Dans cette définition, je distinguerai deux idées : *la première* considère comme désirable de garder pour la collectivité des territoires étendus, *la seconde* indique comme but de conserver ces territoires dans des conditions naturelles primitives.

1) La première idée n'est au fond pas une innovation chez nous. Nous savons avec quelle patiente énergie les domaines des communes se sont constitués au cours des siècles. L'autorité communale respectée dans l'organisation de l'Etat est de plus conseillée dans toutes les opérations qui pourraient toucher à l'intégrité des territoires qu'elle possède et qui risqueraient d'aboutir à une aliénation inconsidérée. Cette propriété est donc gérée pour le bénéfice de la collectivité locale. De plus, il existe une propriété nationale sous la forme des Domaines de l'Etat que dirige une administration gouvernementale particulière dépendant du Ministère des Finances.

2) La seconde idée est nouvelle chez nous. Le but proposé s'oppose aux conceptions en usage, car l'utilisation d'un territoire communal ou domanial n'a jamais été envisagée que sous la forme d'une exploitation industrielle, agricole ou forestière à rendement économique.

Cependant, l'existence de *territoires improductifs au point de vue économique immédiat et leur maintien à l'état naturel* correspondent pour la collectivité à des *besoins légitimes et d'ordre supérieur*. Cette affirmation doit être étayée soigneusement car, en Belgique, elle ne s'impose pas encore comme évidente aux yeux de la majorité.

Cela est d'ailleurs assez naturel dans un pays aussi peuplé que le nôtre et où depuis si longtemps les conditions biologiques primitives ont disparu, sauf en de rares endroits que fréquentent quelques initiés. On ignore généralement ce que c'est que l'état primitif ; certains n'y sont donc pas sensibles, parce qu'ils vivent dans le monde artificiel des villes, des jardins publics, des campagnes faubouriennes, et d'autres, comme les cultivateurs, ne peuvent concevoir qu'on le maintienne, car le terrain pour eux est un rare instrument de production qu'il est coupable de laisser en friche et dont on ne peut perdre la moindre parcelle.

Je vais donc développer tout spécialement la justification de cette deuxième idée et donner les raisons qui impo-

sent aux hommes d'aujourd'hui pour le bénéfice de tous, l'organisation de territoires, non pas en vue d'entreprises industrielles, mais bien dans le but de satisfaire *à des besoins actuels de l'humanité* et de *pallier aux conséquences fâcheuses qui résultent de l'occupation totale d'un pays.*

NECESSITE DU MAINTIEN DES CONDITIONS NATURELLES PRIMITIVES.

I.

ASPIRATIONS NOUVELLES QUI SE SONT MANIFESTEES AU COURS DES TEMPS MODERNES.

Les aspirations qui se font jour, de manière précise et avec force, à l'heure actuelle dans le monde entier, n'avaient pas de raisons de se manifester autrefois. Elles étaient normalement satisfaites dans la vie quotidienne lorsque le moindre déplacement à travers nos pays peu transformés, peu altérés, faisait sentir la réalité des éléments de la nature non seulement par la variété des paysages mais aussi par les difficultés, les inconforts, les aléas des moyens de transport de jadis. (L'Europe occidentale est altérée depuis le Moyen-Age). De plus, les activités humaines étaient moins rapides, moins énervantes, moins enfermées dans des villes, qui, elles aussi, étaient moins spécialisées, et restaient en quelque sorte plus rurales ; bref le citadin n'était pas encore astreint à une existence anormale.

Ces aspirations d'aujourd'hui se présentent donc comme une réaction contre l'uniformisation des lieux d'existence et l'atmosphère peu hygiénique des villes industrielles. Elles correspondent à de véritables besoins.

D'abord, *besoins physiologiques* de délassement et de

paix dans des paysages revivifiants et sauvages.

Ce besoin se fait jour dans toutes les classes sociales, il s'identifie avec la nécessité des vacances que certains peuvent prendre à l'étranger, mais que la masse doit satisfaire au pays ; il est en progression à la suite des influences de la littérature, de l'exemple des pays dont les lois sociales prévoient pour le peuple la saine récréation du plein air.

Il est motivé par l'urbanisation et la progression de la grande industrie. Les usines ont été englobées dans l'extension des territoires urbains dont le milieu a changé et est devenu malsain. Des faubourgs interminables et poussiéreux ont remplacé les prairies et les guinguettes champêtres qui serraient autrefois de très près les portes des cités. Les balcons qui permettaient, les soirs d'été, de prendre l'air sont devenus des motifs d'architecture archaïque qui n'ont plus d'utilité.

Dans ces conditions, une inévitable réaction s'est produite. Le besoin physiologique d'air et de lumière a amené l'évasion vers des horizons moins lassants et une atmosphère plus saine que celle des rues pavées et des maisons à jardins étriqués.

De plus, le travail enfiévré et rationalisé d'aujourd'hui impose aux hommes qui l'exécutent un repos, une détente, une distraction *qui ne doivent pas être considérés comme un luxe* mais qui sont l'hygiène des individus. L'organisation de *récréation saine* est un problème important de ce siècle pour maintenir l'équilibre physiologique du peuple. Tous ceux qui travaillent ont le droit d'exiger des territoires beaux et intéressants où ils puissent se récréer à l'aise en dehors des plaisirs incomplets des cafés et des foires.

Ensuite, *besoins d'ordre intellectuel :* désir de rencontrer des spectacles inaccoutumés, d'être impressionné, d'apprendre. Que l'on songe au nombre de personnes qui chez nous risquent une excursion à pied, en autocar, à la Baraque

Michel pour voir du neuf, au succès de sociétés comme le Vieux-Liége qui depuis plus de 30 ans parcourt les Fagnes chaque année sous la direction de Léon Fredericq ; au mouvement récent des « Amis de la Fagne » qui, chaque semaine sans défaillance, entraîne de nombreux fervents de la Nature ; aux innombrables promeneurs de la Forêt de Soignes, des beaux coins des Ardennes, de la Semois, de la Meuse, des dunes du littoral, etc...

Ce rôle éducatif de la nature a été, de longue date compris par des universitaires, des naturalistes, des sociétés scientifiques. Les excursions qui furent organisées ont été toujours suivies avec une ardeur constante qui montre bien la réalité des aspirations dont je parle.

Personne ne met en doute l'heureux effet sur la formation des jeunes gens, du contact direct avec les éléments fondamentaux du monde : montagnes, évolution des rivières, ravinement, végétation, faune, climat, etc... parmi lesquels ils vivent, avec lesquels ils doivent perpétuellement compter et qui ont sur les sociétés humaines des influences profondes que la vie artificielle des villes fait ignorer. [« Study Nature, not Books », disait Agassiz].

Combien de vocations scientifiques ne sont pas nées de l'intérêt suscité au cours d'une excursion par l'examen objectif d'un phénomène naturel ?

Les artistes, eux aussi, trouvent, dans les régions pittoresques et intéressantes, le bénéfice d'une inspiration heureuse. Combien d'œuvres particulièrment attirantes ne perdons-nous pas avec la disparition des marais de Genck qui étaient naguère un rendez-vous de peintres ?

Le besoin de nature libre, belle et vierge à parcourir, à connaître, à étudier, est général, légitime et impérieux.

Or, de plus en plus en Belgique, les endroits qui valent la peine d'une excursion touristique ou scientifique se sont raréfiés.

La campagne, qui s'ouvrait largement aux promenades du dimanche et à la villégiature, a évolué elle aussi : les champs cultivés se sont multipliés ; les prairies surpeuplées de bétail donnent, grâce aux engrais coûteux, un foin jalousement protégé par des clôtures ; l'utilisation du sol est si poussée qu'il n'existe plus beaucoup de terres en friche et les forêts elles-mêmes ne sont plus que des plantations serrées d'arbres, où la chasse est surveillée avec acrimonie. Bref, cette campagne s'est fermée progressivement aux évadés des villes, elle les refoule à l'entrée des propriétés, des champs, des bois, canalisant les itinéraires le long de sentiers monotones entre des haies ou des fils de fer barbelés, sur des routes où l'automobiliste considère les promeneurs comme de dangereux intrus. Ceux-ci ne peuvent se reposer qu'à l'insu d'un garde, cueillir un champignon sans être menacés de poursuites, casser la croûte sans gêner un propriétaire.

Cette utilisation de la nature a uniformisé les campagnes, tandis que les coins encore plaisants ont subi l'agression des villas et se sont isolés derrière des clôtures très strictes.

Presque partout le promeneur se heurte à ces irritantes restrictions, qu'il aille en Ardenne, dans les dunes de notre littoral ou plus loin encore au cap Ferrat sous le ciel de la Méditerranée dont il ne pourra voir les vagues qu'à travers la grille fermée d'un jardin particulier ou de la terrasse d'un restaurant.

Par conséquent, il afflue vers certains endroits privilégiés. Ces endroits en Belgique sont repérés depuis 1912. Certains ont disparu. Ceux qui restent sont sur le point d'être utilisés à des fins économiques.

Dans des pays fort peuplés comme le nôtre, cette utilisation de la nature indigène au profit de la culture et des plantations d'arbres en carrés, est une indication flatteuse du standard de l'agriculture ; mais, elle aboutit à la dévastation des sites, à la spoliation de plantes et d'animaux indigènes. Il peut en résulter une situation qui, près de certaines grandes villes, prendra l'allure d'un désastre (voir page 35).

Fig. 7. — Forêt vierge dans la contrée des Adirondacks (Etat de New-York). Rien ne doit nous arrêter dans la tentative de préserver des exemplaires de pareilles forêts.
(Cliché du New-York State Conservation Dépt).

Fig. 8. — Une autre vue dans les Adirondaks.
Combien faudra-t-il de siècles pour restaurer ceci ?
(Cliché du New-York State Conservation Dépt).

Enfin, *besoins scientifiques.*

Il est des raisons fondamentales de maintenir certains territoires sous leur aspect naturel. Il s'agit de permettre le progrès de nos connaissances sur les éléments constitutifs de la nature et sur les rapports complexes qui lient les uns aux autres les êtres vivants. Ces rapports ne sont pas encore tous étudiés ni même connus.

Non seulement les hommes de science ont besoin de matériaux vivants qu'ils doivent pouvoir trouver, car ce ne sont pas uniquement des plantes et les animaux domestiqués qui peuvent leur donner réponse aux questions que soulève l'étude des phénomènes vitaux, mais encore, comme disait très justement S. M. Léopold III, dans son discours à Londres en 1933 :

« Cette étude des phénomènes ne peut être complète » qu'en y incorporant celle des évolutions et des transforma- » tions successives insaisissables pendant la courte existence » d'un même observateur.

» Les vues que nous pourrons ainsi acquérir sur les dif- » férentes phases que présentent les éléments de la géographie » et de la biogéographie, nous amèneront à mieux comprendre » les facteurs naturels qui tiennent sous leur dépendance im- » muable les manifestations les plus diverses de l'activité hu- » maine.

» Et ici apparaît le rôle fondamental des réserves natu- » relles.

» A côté de celui de chambre à provisions, fournissant » la matière première au laboratoire, elles remplissent celui » d'observatoire idéal du naturaliste. »

Il convient donc de ménager dans les diverses parties du monde, des territoires suffisamment vastes, isolés systématiquement de toute influence transformatrice, et qui permettront aux hommes de sciences de continuer l'étude des phénomènes biologiques.

Il faut absolument sauver le capital biologique de la

terre en arrêtant l'appauvrissement du nombre des espèces vivantes et la raréfaction des types qui ne sont pas tous repérés. Ce capital est de valeur considérable car c'est de lui que nous avons déjà tiré les supports de nos civilisations : blé, lin, soie, riz, café, coton, caoutchouc, etc...

Il serait inconcevable de détruire la réserve avant de savoir tout ce qu'elle contient.

C'est donc un devoir international pour chaque pays d'assurer la préservation de certains faciès caractéristiques de son sol. Ainsi la Suisse et l'Italie ont créé plusieurs Parcs Nationaux dans les Alpes. La France a réservé une vaste portion de la Camargue où se sont depuis fixés quantité d'oiseaux migrateurs ; la Suède a réservé des tourbières et des lacs septentrionaux ; la Pologne des forêts vierges tempérées sur les Carpathes ; la Belgique se doit de conserver intactes certaines étendues de tourbières du type atlantique.

II.

INFLUENCE MODERATRICE DES RESERVES SUR LES CONSEQUENCES DE L'ALTERATION DES FACIES NATURELS.

Je viens de préciser les raisons que nous avons d'exiger pour nous et notre descendance, la création de Parcs Nationaux en rapport avec nos aspirations physiologiques, esthétiques, éducatives et scientifiques, que, seule, la présence de conditions naturelles primitives dans certains territoires protégés permet de satisfaire pleinement. Mais il est d'autres raisons qui imposent aux Gouvernements d'intervenir en organisant des Parcs Nationaux, même si les hommes d'aujourd'hui n'en éprouvent aucun besoin ni aucun bénéfice économique ou autre.

Ce sont les raisons de bonne administration dans les

pays dont les autorités prévoient l'avenir. Le maintien de certaines zones intactes est une sauvegarde contre les conséquences fâcheuses de l'occupation complète du sol.

Les études de biologie et d'écologie nous montrent nettement, à l'heure actuelle, que lorsque les conditions naturelles primitives sont altérées sur de trop grandes surfaces, des ruptures d'équilibre surviennent. En effet, dès que l'homme déplace ou détruit un élément de la nature : plante, bête, insecte, sol, il déclanche des perturbations qui se prolongent en cascades insoupçonnées. Il n'en est pas toujours maître ; elles peuvent être désastreuses.

Les équilibres biologiques ne sont pas statiques mais bien dynamiques ; ils se déroulent selon des lois dont beaucoup nous échappent encore et les interventions humaines remplissent parfois d'inquiétude le naturaliste qui se souvient de tant d'exemples malheureux.

Non seulement la disparition des espèces indigènes, mais l'introduction volontaire ou involontaire d'espèces étrangères, peuvent avoir des répercussions considérables.

Ainsi les orangers transportés d'Europe en Californie où ils ont constitué les vastes plantations bien connues, étaient malheureusement, on l'a vu trop tard, porteurs d'un insecte qui, libéré de ses ennemis naturels, a pullulé avec une telle abondance qu'il a ruiné les orangeries. L'étude entomologique, en Espagne, avait montré que cet insecte était la victime d'un autre insecte prédateur. Celui-ci fut importé en Californie et les orangers sauvés **momentanément,** car après avoir épuisé bientôt sa nourriture habituelle, le nouvel introduit n'eut d'autre ressource que de dévorer directement les orangers eux-mêmes. La patience des entomologistes observant les conditions naturelles permit de découvrir un troisième insecte, prédateur du précédent, dont l'importation établit heureusement un équilibre biologique dans lequel les orangers trouvèrent leur place.

Un autre exemple : les Cerfs, introduits en Nouvelle Calédonie où ils n'avaient pas d'ennemis, firent de tels ravages, dévorant les moissons, tuant les fermiers, que le Gouvernement dut distribuer gratuitement des armes pour les exterminer.

Le drame des Chardons européens s'installant en Argentine, remplaçant la végétation indigène et ruinant d'immenses éten-

tes reconnues ou élucidées. Néanmoins, elles nous font faire la constatation impressionnante que certains phénomènes de régression sont irréparables, que les ressources terrestres sont limitées et que leur exploitation sans mesure déclanche des catastrophes.

Voici quelques exemples que j'ai eu personnellement l'occasion d'observer :

1. Le plus vaste et le plus compact magasin de forêts naturelles des U. S. A. couvrait les régions riveraines du Mississipi jusqu'à son embouchure en Louisiane.

J'y ai vu en 1927 l'abattage industrialisé des forêts vierges de *Pinus palustris* où des arbres de 200 ans étaient abattus et dirigés vers les scieries à la cadence de 8 hectares de forêts pour une seule scierie par jour. Ces scieries, qui ne s'arrêtaient ni jour ni nuit, transformaient à la même allure ces forêts en planches et en pâte à papier (voir Fig. 7, 8 et 9).

Cette vaste région est devenue une steppe inculte, pâturée par le bétail, noircie par les incendies d'herbes. La recolonisation naturelle en forêts y est impossible car les herbivores broutent les jeunes plantules et le feu détruit celles qui leur ont échappé ; le sol s'est dégradé et ne joue plus son rôle régulateur dans la circulation des eaux. Ce déboisement intense a provoqué des ravinements excessifs, l'allure cataclysmique des diverses inondations du Mississipi et de ses affluents. On a entrepris depuis environ 1925 une campagne de reboisement systématique dont les premiers essais que j'ai vus à la station de Bogalusa étaient très coûteux et difficiles.

2. Dans toutes les régions intertropicales, les indigènes défrichent les forêts pour leurs cultures vivrières ; ils en abandonnent l'emplacement dès que le sol est épuisé et mettent à profit de proche en proche la fertilité temporaire des humus vierges.

A la suite de ce régime qui déplace les villages depuis des temps lointains, le vaste plateau forestier du lac Toba à

Sumatra et les immenses régions des plateaux brésiliens ne sont plus que des brousses arides que les incendies annuels embrasent jusqu'au bord des forêts en recul ainsi que j'ai pu m'en rendre compte avec une certaine émotion.

Ces défrichements abandonnés ont d'abord été, comme partout en régions intertropicales, colonisés par des végétations de forêts secondaires d'un autre type que celui des forêts vierges et qui ne sont intéressantes ni au point de vue scientifique ni au point de vue économique ; ces forêts sont rapidement en régression dès qu'elles subissent l'accident à peu près annuel du feu.

Ajoutons que les entreprises européennes ont en peu d'années contribué largement à diminuer la surface des forêts vierges équatoriales.

Donc, des formations végétales ouvertes (savanes, brousses, steppes, prairies) s'installent par suite de l'altération des conditions écologiques qui permettent les complexes d'associations forestières. Elles peuvent entraîner par leur extension un excès momentané d'animaux herbivores dont la pullulation appauvrit la flore.

Enfin, l'habitude des habitants de rajeunir les pâtures par des feux de brousse a pour résultat principal de faire perdre en fumée dans l'atmosphère le capital d'Azote fixé par des générations de plantes. Ce capital accumulé dans l'humus, constitue la seule source de nitrates dont les organismes végétaux font leurs protéines.

Le sol ainsi mis à nu, sans protection contre le soleil et lavé par des pluies torrentielles perd aussi petit à petit ses sels minéraux solubles (que ceux-ci proviennent des cendres des feux ou du sol lui-même) qui constituent normalement avec les colloïdes (électro-négatifs) argileux et humiques du sol, un hydrogel consistant et fertile.

La diminution de la teneur en sels minéraux du sol produit le changement de phases des colloïdes qui passent à l'état d'hydrosol et sont entraînés par la pluie.

Il en résulte donc une perte des colloïdes siliceux et humiques qui modifie les propriétés du sol : la faculté de garder l'eau et de se

réimbiber est progressivement atténuée ; le sol se dessèche aussitôt après la pluie et l'évaporation rapide jusque dans le sous-sol fait monter à la surface des sels de fer insolubles qui cimentent les particules sabloneuses ou pierreuses et constituent une croûte solide rougeâtre. Un sol ainsi latérisé devient incapable de porter désormais soit des plantations soit une végétation abondante (Madagascar, Sumatra, Afrique, Brésil).

L'insolation de ces larges surfaces de terre ruinées, privées de leur végétation primitive, n'est pas sans répercussion sur la pluviosité d'un pays car, si les nuages se condensent aisément en passant au-dessus des montagnes qui leur font traverser des zones plus froides, ils disparaissent en vapeurs invisibles en traversant les colones d'air brûlant qui montent de ces régions.

Un climat sec prend pied avec toute la séquelle des conséquences écologiques qui parvient à influencer ce qui reste dans le voisinage des sols intacts, de la végétation et de la faune indigènes. On peut donc encore trouver sous ces climats transformés (1), des sols restés fertiles mais qui ne sont plus colonisés ni cultivables par suite du manque d'eau (Palestine, Soudan, Brésil). Cette évolution régressive des régions forestières dont le sol est en partie latérisé, en partie encore fertile mais insuffisamment arrosé, n'est pas contestée dans les zones intertropicales.

Finalement, l'altération des conditions naturelles et la manière dont des générations d'hommes ont traité le sol, ont

(1) Cependant, il ne faudrait pas en conclure que toutes les brousses, savanes, etc..., ont cette même origine anthropique. Il existe en effet de ces formations qui sont primitives et qui dépendent de conditions climatiques sèches dont les caractéristiques sont dues à divers facteurs qu'il serait trop long de préciser ici, facteurs du type de celui que j'ai signalé dans la très large vallée de l'Amazone : présence de collines ou montagnes faisant obstacle à des vents alizés continus dans une même direction pendant toute l'année. Il y a de fortes précipitations de pluie sur le versant qui fait face au vent et qui est couvert de forêts ; il pleut beaucoup moins derrière la montagne où l'on trouve des végétations basses de savanes et de brousses.

donc pour résultat d'agrandir démesurément ces surfaces de végétation xérophytique aux dépens du domaine forestier mondial.

3. Au XVI^me^ siècle, les forêts vierges de grande densité qui couvraient l'ensemble des Etats-Unis et que les premiers Européens ont décrites, étaient déjà marquées dans une même région climatique, sans raison édaphique ou orologique, par des taches de végétation de prairies que l'on attribue aujourd'hui à l'action des tribus d'Indiens chasseurs (Lowdermilk, cité dans Van Steenis, 1936 ; Walter, 1937).

Si à cette époque, la moitié du territoire des Etats-Unis était encore forestière et le tiers sous forme de prairies, il n'y avait que 2,5 % de désert. A l'heure actuelle, la superficie des déserts a considérablement augmenté car la prairie se dessèche vite et s'altère. Elle passe insensiblement au faciès désertique avec un sol détruit, des masses de sable mouvant et stérile qu'on ne peut contrôler qu'après de longs et coûteux efforts (entre autres dans le Kansas (voir Fig. 10), au Canada, Sept. 1937), une végétation réduite et les nappes aquifères menacées.

***

En somme, les conditions subdésertiques et désertiques qui s'installent, empêchent le retour des faciès originaux. C'est ainsi que les vastes espaces de prairies, brousses, steppes ou savanes sont très généralement l'aboutissement des interactions séculaires entre l'homme, la végétation, le climat dans lesquels l'homme invariablement intervient par le défrichement, la culture, la pâture et le feu.

Comme on le voit, l'ultime effet de l'influence des hommes est l'installation du désert sous n'importe quel climat (Van Steenis, 1936).

On ne s'étonnera donc plus de constater que les archéologues découvrent les restes d'anciennes populations très den-

Fig. 10. — Dans le Kansas, tracteur ensablé, et champ ruiné par une tempête de poussière. Celle-ci a été enlevée par le vent aux régions avoisinantes dont le sol est dégradé.
(Cliché Geographic Magazine, août 1937).

ses précisément dans ces zones où aujourd'hui prévalent les conditions désertiques ou semi-arides. Comme les causes actuelles évidentes aujourd'hui ont dû jouer autrefois, peut-être avec plus de lenteur mais avec le même caractère, il n'est plus nécessaire de se demander pourquoi ces civilisations ont disparu, pourquoi les champs fertiles qu'elles entretenaient ont été abandonnés, en Mésopotamie, en Afrique du Nord et du Sud, en Amérique Centrale.

PREMIERE REACTION CONTRE LES RUPTURES D'EQUILIBRE.

En Europe, l'utilisation excessive de la surface au bénéfice de l'agriculture a provoqué des ruptures d'équilibres, entre autres, l'altération des sols et des nappes aquifères.

Les efforts contre les conséquences de cette extension exagérée des cultures furent, en somme, assez récents.

Ils aboutirent, dans la plupart des pays occidentaux, à réaliser le reboisement des surfaces dégradées et eurent pour résultats d'élaborer un statut parfait pour la plantation de forêts artificielles et pour leur exploitation. Ils ont sauvé les nappes aquifères et régularisé le régime des eaux.

Lorsque, dans notre pays, la cause des ruptures d'équilibre fut déterminée comme étant le défrichement sans mesure, la collectivité inquiète donna délégation à certains services administratifs et techniques pour organiser une campagne généralisée de reboisement. Les services forestiers mandatés, à cet effet, ont mis sur pied l'excellent programme des *Eaux et Forêts*, au nom duquel ils gèrent les biens de l'Etat, les biens communaux et conseillent les propriétaires terriens.

Ils ont ainsi arrêté l'évolution régressive du régime des eaux ; ils ont rétabli, par des plantations d'arbres en Europe Occidentale, un équilibre artificiel à la place de l'équilibre primitif ruiné. Ils ont réussi à donner aux terres improductives ou déboisées la possibilité d'un revenu apprécia-

ble. Cette entreprise ne tarda pas à faire sentir ses effets bienfaisants et fut encouragée non pas seulement par l'intérêt général à satisfaire, mais aussi par les avantages économiques qui en résultèrent.

Aujourd'hui que le problème fondamental de la stabilisation du régime des eaux et de la pluviosité semble résolu dans nos pays, nos techniciens se sont spécialisés dans un système de plantations, d'entretien et d'exploitation d'arbres qui n'a plus d'autre mobile que le rendement économique.

Ainsi donc, c'est en Europe que l'on a saisi pour la première fois que les éléments constitutifs d'un territoire ne sont pas inépuisables et que leur exploitation complète trouble dangereusement les équilibres naturels. C'est aux services forestiers que nous devons d'avoir échappé au sort des régions habitées où les hommes n'ont pas eu conscience des conséquences fâcheuses de leur exploitation (Palestine, Chine, Madagascar, Mexique, etc...). Les Etats-Unis d'Amérique ainsi que beaucoup de régions coloniales ont commencé seulement depuis peu une autre politique que celle de la pure et simple exploitation des forêts naturelles.

Il est vrai que ces conséquences n'ont pu être aperçues que lorsqu'elles se sont manifestées clairement dans le cours d'une même génération ; elles ont apparu en somme, en Europe, au siècle passé, quand nos moyens d'action se sont mécanisés et intensifiés. La Suisse pourtant a réagi plus tôt (p. 34).

La grande entreprise de reboisement réalisée pour ralentir les phénomènes de régression provoqués en Europe Occidentale peut nous satisfaire à juste titre ; car elle a réussi dans son but d'intérêt national.

Mais, aujourd'hui, nous sommes prêts à la généraliser et à planter des arbres commerciaux sur les territoires qui n'ont pas encore subi d'altération définitive.

Notre tendance à utiliser toute la surface du pays pour des fins intéressées, nous pousse à commettre une nouvelle

fois l'erreur faite jadis au nom de l'agriculture. *Or, à présent, nous avons atteint les dernières zones intactes.*

***

C'est de l'exploitation utilitaire de ces dernières zones intactes ou de leur maintien dans leur état naturel qu'il s'agit maintenant. Il faut décider si, oui ou non, nous allons les altérer.

D'aucuns, croyant que l'intérêt économique doit faire taire tout scrupule, oublient volontiers qu'il y a d'autres problèmes importants à résoudre que celui du reboisement aperçu naguère. Ils font peu de cas de la conservation de quelques territoires encore improductifs et ne songent pas aux études biologiques que ceux-ci permettent de réaliser (comme si le boisement artificiel aurait pu réussir sans que les conditions écologiques de forêts naturelles aient pu être étudiées scientifiquement). Ils acceptent qu'un petit pays comme la Belgique soit totalement défiguré puisqu'en somme les frontières ne sont pas loin et que l'on peut assez facilement se rendre à l'étranger pour étudier les états primitifs de la nature ou jouir du spectacle délassant qu'elle procure. Ils proposent de sacrifier entièrement ce qui reste des fagnes belges au drainage et aux pessières sans s'interroger sur les conséquences qui apparaissent à la suite de l'assainissement presque total des Tourbières du Plateau de la Baraque Michel. Le réservoir d'eau en est aujourd'hui dans un état d'altération tel qu'aux premiers beaux jours du printemps 1937, les suintements qui n'avaient pas tari pendant la très grande sécheresse de 1911, étaient déjà secs et que les villages riverains souffraient d'une pénurie d'eau.

Au point de vue scientifique, on peut prévoir à coup sûr la disparition d'un domaine intéressant et d'un champ d'études écologiques.

Au point de vue économique, les industries qui dépendent des propriétés très particulières des eaux de tourbe (laine,

papier), seront les premières à souffrir terriblement de cette politique inconsidérée.

Ainsi de tous côtés, on aperçoit que l'utilisation des dernières zones intactes des pays doit être arrêtée. La solution mise en œuvre par les services des Eaux et Forêts ne peut pas être généralisée parce qu'elle est incomplète. Elle aboutit à des réalisations artificielles.

Elle aurait dû être pratiquée parallèllement avec la mise en réserve de certaines terres encore intactes ou restaurées dans leur état primitif.

III.

CONCLUSIONS.

NECESSITE D'UNE INTERVENTION ADEQUATE ET COORDONNEE.

Malgré l'étendue des continents et des surfaces encore peu peuplées, il n'en est pas moins vrai qu'il est bien peu de régions comportant encore d'immenses ressources de nature vierge. Partout en effet, l'homme a exploité et détruit. Même en Amazonie, qui partage avec Bornéo, la Nouvelle Guinée et certaines portions réduites de l'Afrique Centrale le rare privilège d'être encore en grande partie intacte, j'ai vu des forêts dévastées ; même au Canada, où les trappeurs ont capturé depuis si longtemps les animaux à fourrurres, qu'on signalait récemment dans certains parcs nationaux l'arrivée de deux moozes comme un événement heureux.

En vérité, partout, nous en sommes à une phase fondamentale entre peuples et pays, où, en Europe surtout, il n'y a presque plus de sols libres.

Nos efforts n'auront plus l'occasion de se porter vers

l'utilisation des sols vierges disparus. Il ne nous restera plus qu'à chercher les moyens de restaurer les terres que nos ancêtres auront ruinées sans s'en rendre compte, à l'image de ce que font actuellement les Juifs en Palestine et les Américains dans le Middle West.

Les endroits où la nature se trouve encore dans des conditions primitives sont devenus rares. Cette constatation amplifie la valeur que nous attachons à l'existence en toute région de zones intactes.

Ces *zones intactes* quelle que soit la végétation primitive qui les couvre, forestières ou non, fonctionnent comme volant de sûreté, ralentissant les ruptures d'équilibre biologique dont la violence et l'irréversibilité deviennent dangereuses pour les populations humaines.

Elles sont aussi les greniers ou se conservent les richesses biologiques du monde. Celles-ci sont un trésor d'autant plus précieux que non seulement il contient les ensembles d'êtres variés qui sont nécessaires aux équilibres dont l'humanité dépend, mais aussi qu'il recèle la clé de beaucoup de phénomènes qui ne pourront jamais être découverts et élucidés que dans les limites de ces zones.

Il est donc indispensable et urgent de créer partout où c'est encore possible des réserves de Nature encore primitive. Le reboisement fut une première étape dans la lutte contre les répercussions des exploitations humaines ; elle fut surtout consacrée à pallier aux conséquences les plus visibles : la dégradation des sols et la dessication ; mais elle ne rencontre qu'une partie de la solution nécessaire. En effet, elle remplace les équilibres naturels stables par des équilibres artificiels instables et elle a pour résultat d'appauvrir le patrimoine terrestre.

On comprend dès lors, que le problème des Parcs Nationaux dépasse l'ampleur des questions locales, voire nationales ; il est humain et c'est le maintien des conditions naturelles primitives qu'il requiert.

En résumé :

1°) L'existence et le maintien à l'état naturel de territoires vastes intéressants et beaux répond donc pour les sociétés actuelles à des besoins légitimes et impérieux ;

2°) Ces territoires sont strictement indispensables à la continuité des études scientifiques sur les relations biologiques entre les êtres vivants et leur milieu ; ils doivent être maintenus comme des dictionnaires ouverts à nos questions successives ;

3°) La diminution des terres vierges et les conséquences désastreuses pour l'homme de l'altération des sols et des climats sur de vastes régions imposent à l'humanité une intervention coordonnée qui puisse préserver définitivement certains endroits choisis.

CHAPITRE III.

Position du Problème de la Préservation de la Nature dans les Hautes-Fagnes.

Les considérations que j'ai rassemblées pour étayer ce que doit être la protection de la nature laissent voir l'importance pour tous les pays de maintenir les conditions naturelles primitives en certains endroits vastes, choisis pour leurs caractéristiques biologiques, écologiques, biogéographiques et esthétiques.

Par comparaison avec les pays voisins, le retard de la Belgique est évident. Ce retard est d'autant plus grave que notre pays est exploité depuis très longtemps et qu'il est surpeuplé. Les fouilles archéologiques faites en Ardenne (Dubois, 1937) mettent en évidence qu'il y avait autrefois à peu près autant de villas romaines qu'il y a de villages aujourd'hui et les récentes statistiques de recensement ne laissent aucun doute sur l'excessive densité de nos populations.

Cette double situation de très ancienne altération de la nature et de possession presque complète du sol crée pour la réalisation de notre programme d'utilités publique et nationale, des difficultés considérables.

Il faut donc agir vite et avec une objective fermeté.

Les tâtonnements ne nous sont plus permis. Les mesures de protection minimum doivent être écartées a priori.

Il s'agit de brûler les étapes, si l'on veut encore sauver certains équilibres nécessaires.

Dans ces conditions, je traiterai à fond les diverses questions posées par la protection de la nature dans les Hautes-Fagnes ; je préconiserai les solutions les plus directes et les plus utiles aux collectivités actuelle et future ; je ferai une étude attentive des facteurs économiques les plus légitimes ; mais je les confronterai avec les nécessités générales.

Il est nécessaire de rappeler que la création d'un parc national a pour but premier de supprimer sur certains territoires repérés toutes les causes susceptibles d'altérer les équilibres naturels, aussi bien les défrichements des forêts que les plantations artificielles d'arbres ; d'arrêter les empiètements des exploitations économiques aussi bien que des entreprises d'utilité locale.

Le bien public est en jeu. Je sais que d'aucuns ne pourront pas facilement se rendre compte de cette obligation ; car, beaucoup n'acceptent pas qu'une terre reste inoccupée et d'autres ont une formation intellectuelle et technique qui les astreint, peut-être malgré eux, à ne concevoir d'autres mobiles d'activité que le rendement possible d'une affaire. Cependant le Yellowstone National Park est reconnu aujourd'hui comme ayant pour les Etats-Unis beaucoup plus de valeur que n'auraient jamais pu avoir les entreprises diverses qui sollicitèrent naguère d'en utiliser les chutes d'eau, les sources d'eau chaude, les gisements, etc...

En Europe, les forestiers méritent toute notre reconnaissance pour avoir réussi à arrêter le défrichement total des pays très peuplés et en avoir sauvé aussi bien le sol que les nappes aquifères par leur reboisement systématique. Il est permis de faire remarquer que, étant donné les possibilités de rende-

Fig. 11. — Lande à Genévrier (au centre) constituant un paysage très caractéristique des endroits de terre ferme, non tourbeux du plateau. Cette association a presque entièrement disparu, devant les plantations de résineux. (Planneresse, 1925).
(Photo R. Bouillenne).

ment économique du remède qu'ils ont apporté, ils sont entraînés aujourd'hui à préconiser l'assainissement et la plantation des *dernières parcelles intactes que nous ont léguées nos ancêtres, parcelles en équilibre non ruiné qu'il est coupable d'altérer.* Les forestiers dépassent donc le but qui leur fut assigné par la collectivité et, poussés par des considérations de profit, commettent, avec leurs cultures artificielles d'arbres, les mêmes fautes que celles dont l'agriculture fut accusée.

Ce qui compte, avant tout, c'est le maintien des conditions naturelles dans un état aussi primitif que possible... de telle sorte que les phénomènes biologiques manifestent seulement les fluctuations normales autour desquelles oscillent les équilibres, que la nature garde son faciès caractéristique et son intérêt, que les paysages restent instructifs et vierges ; enfin que les visiteurs continuent à être attirés et récompensés.

Ainsi donc, l'existence du Parc National des Hautes-Fagnes aura, à cause du tourisme, une très heureuse répercussion sur la prospérité des villages riverains. Mais si cette perspective a toute ma sympathie, il ne peut être question de laisser le point de vue économique influencer les débats que l'organisation et l'administration du Parc National des Hautes-Fagnes ne manquent pas de provoquer.

Que l'on songe que si l'on n'avait pas réglementé depuis longtemps la chasse et la pêche, il n'y aurait plus d'animaux et de poissons intéressants, que si l'on n'avait pas réglementé l'exploitation des forêts, il n'y aurait plus de bois et que si l'on avait partout accepté le point de vue immédiatement économique, on aurait ruiné la terre.

Dans les territoires d'une réserve naturelle, *les buts* sont *d'ordres scientifiques et sociaux,* ils ne sont *économiques* que secondairement.

***

Il est de toute première importance d'établir que le territoire délimité par le grand périmètre du Parc de Spa, ne

peut être placé sous un même type de législation que celui qui constituera la Réserve Nationale des Hautes-Fagnes. Celle-ci doit être organisée comme *réserve naturelle dite de conservation,* où l'état primitif est étudié et sauvegardé ; tandis que les environs de Spa, Malmédy, Eupen, etc..., c'est-à-dire tout le reste du grand périmètre, doivent être considérés comme réserves *dites d'acclimatation* dans lesquelles l'embellissement touristique fait partie du programme d'urbanisation. Dans ce dernier cas, nous nous trouvons dans la situation de la plupart des forêts domaniales de France, mais complètement en dehors des points de vue de la préservation de la nature que j'ai développés plus haut.

Je m'occuperai ici seulement de l'organisation de la protection de la nature dans les limites du petit périmètre indiqué sur la carte ci-jointe. Ces limites enferment un territoire qui correspond aux nécessités multiples d'une réserve nationale : d'abord, ce territoire est vaste, il forme une entité biologique et topographique intéressante dont les caractéristiques font un ensemble naturel relativement homogène. Il n'est pas habité si ce n'est par deux auberges, le laboratoire de l'Université de Liége, la tour de Botrange et les maisons des gardes forestiers. Il n'est traversé par aucun chemin de fer ; il ne comporte pas de mines ni de carrières, sauf, deux exploitations de sable peu importantes : Clefay et Bernister. Il n'est pas soumis à une exploitation économique intensive de la part des habitants des villages riverains sauf l'extraction familiale de la tourbe qui tend à diminuer par suite de la facilité des transports de charbon et la fenaison sur certaines zones que j'ai étudiées au point de vue de leur composition floristique et qui sont toujours des *Nardetum* (ass. à *Nardus stricta*). La pâture a disparu depuis 1900 environ, lorsque les engrais ont permis l'amélioration des prairies autour des habitations. Enfin, il n'est pas susceptible d'une grande culture car, il est constitué de tourbières, il est arrosé par des eaux acides, il ne comporte que très peu de terres amendables. Il est destiné dans l'ordre des choses actuelles à subir progressivement les

plantations artificielles d'arbres mis en carré dont j'étudierai dans le paragraphe des forêts les conditions et les conséquences (voir Fig. 12).

Les voies d'accès sont peu nombreuses : 5 grandes routes le traversent. En commençant par le Nord, ce sont les routes : a) de Rötgen à Kontzen et Montjoie (route internationale) ;

b) d'Eupen à Montjoie ;

c) d'Eupen à Malmédy ;

d) de Jalhay à Sourbrodt ;

e) de Hockay à Sourbrodt.

La route de Sart à Francorchamps le longe en partie.

Un petit nombre de sentiers et de chemins de terre le parcourent. Il peut être aisément surveillé.

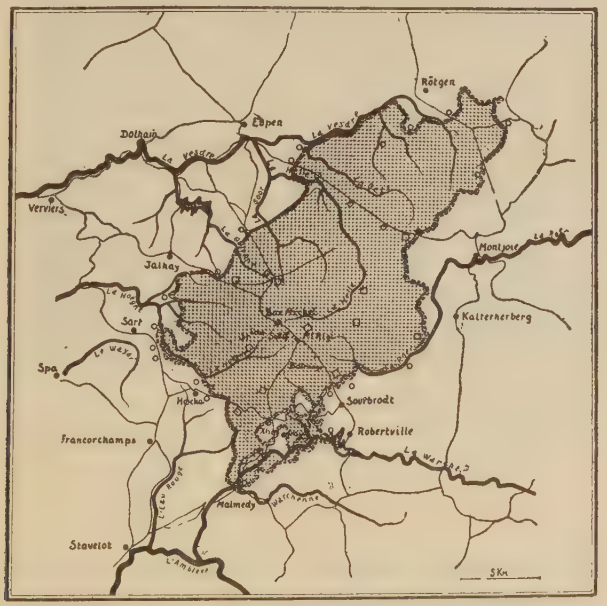


Fig. 12. — Projet de la délimitation de la région intéressante des Hautes-Fagnes.

Il ne doit pas être divisé en zones protégées et en zones

non protégées où le public aurait accès. Le programme de protection doit s'étendre en même temps à toute la surface et les conditions de circulation au public seront variables d'une année à l'autre selon les circonstances, comme je le montrerai plus loin.

⁂

Chacun des éléments constitutifs de ce territoire va être examiné en toute objectivité dans la mesure de nos connaissances exactes. Je m'abstiendrai nettement d'une facile transposition de données théoriques ou classiques, établies pour des régions étrangères et qui n'ont pas été expérimentées ici.

J'étudierai *soigneusement* la question du drainage et des plantations au point de vue de leur influence sur la végétation et la faune indigènes de l'ensemble du Plateau, puisqu'ici je suis en contradiction avec un certain nombre de personnes.

1. — LA FLORE.

Le sol est couvert de végétaux variés formant des associations ouvertes (Fagnes, landes, prairies) alternant avec des associations forestières de Bouleaux, d'Aulnes, de Chênes et de Hêtres. Toutes ces associations naturelles sont plus ou moins altérées par l'introduction des plantations d'Epicéas étrangers depuis 1860 environ et par un drainage généralisé.

⁂

Parmi la flore des fagnes, il existe une vingtaine d'espèces particulièrement remarquables parce qu'elles sont arctiques ou alpines ou bien arctiques-alpines.

Ces espèces que l'on ne trouve pas ailleurs en Belgique et dans les régions avoisinantes ont soulevé dès 1904 (Kurt

Fig. 13. — **Quercetum** ou forêt de Chênes du Geitzbusch. L'ancienne futaie a été coupée autrefois. Le taillis qui a repoussé sur les souches est aujourd'hui fort âgé. Avant-plan, au milieu, on devine le pourtour d'une ancienne souche. Ce bois est heureusement laissé dans un état à peu près naturel.

(Photo J. Moureau).

Stam et Léon Fredericq) un intérêt considérable. Le terme souvent usité « d'îlot glaciaire de la Baraque Michel » exprime à la fois une réalité et une hypothèse. Réalité — l'existence anormale de ce monde botanique (et zoologique) caractéristique des altitudes alpines et des toundras polaires, se maintenant dans nos fagnes depuis les époques glaciaires, au cours desquelles notre pays tout entier fut couvert d'une végétation de toundras. Hypothèse — l'interprétation que ces plantes ont pu subsister en Belgique malgré le réchauffement du climat, grâce aux conditions d'altitude du plateau de la Baraque Michel, conditions d'altitude qui, autrefois, auraient dû jouer pour couvrir ce plateau d'une calotte de glaciers et qui aujourd'hui délimiteraient l'habitat des plantes et des animaux caractéristiques des Hautes-Fagnes. (Altitude d'environ 550 mètres en-dessous de laquelle on ne les rencontre plus. Voir cartes, distribution de *Vaccinium uliginosum* et du *Colias Palaeno*, d'après L. Fredericq).

Si la réalité reste incontestable et si le plateau de la Baraque est bien un refuge de plantes fort spéciales, il n'en est pas moins vrai que l'hypothèse de la calotte glaciaire émise par Kurt Stam n'est supportée par aucun fait géologique et est abandonnée par tous les géologues.

D'autre part, l'hypothèse de L. Fredericq sur la nécessité d'une altitude élevée permettant l'existence des espèces en question perd de sa vraisemblance quand on constate que la zone de dispersion des espèces sur le plateau correspond non pas à l'altitude mais à la limite des terrains réviniens, que naguère on trouvait ces mêmes espèces dans les marécages de la Campine avant l'assainissement de cette région, comme on les rencontre encore au niveau de la mer dans les tourbières hollandaises de la Drente, et qu'enfin l'évolution des climats depuis l'époque glaciaire montre que cette région a traversé une période humide (climat atlantique) plus chaude que la nôtre.

On sait aujourd'hui que le milieu favorable à l'existence de ces espèces arctiques-alpines est la tourbière acide. Elles ne vivent pas sur les tourbières alcalines. Que ce soit dans les

plaines ou les montagnes, elles existent sur la tourbe à Sphagnum ; dans les Alpes, elles sont inconnues en terrains calcaires. Ce qui fait donc la caractéristique floristique du plateau des Fagnes, c'est l'acidité d'une eau abondante et la présence de la tourbe.

Voici les principales espèces arctiques, alpines, arctiques-alpines qu'on peut rencontrer dans la région de la Baraque Michel :

Vaccinium uliginosum, Meum athamanticum, Narthecium ossifragum, Arnica montana, Empetrum nigrum, Viola palustris, Trientalis europea, Gymnadenia albida.

De nos jours, la phytogéographie s'intéresse non seulement aux plantes rares et curieuses ; mais aussi aux plantes les plus communes. Ce sont les lois de leurs groupements au point de vue de la sociologie et de l'influence du milieu qui attirent spécialement l'attention.

L'étude des groupements végétaux des Fagnes que j'ai réalisée systématiquement m'a permis de distinguer plusieurs associations qui apparentent cette région avec les Hoch-Mohr nordiques. Les associations que j'ai définies sont reprises par divers ouvrages à l'heure actuelle. — Je les signale ici pour mémoire.

LES ASSOCIATIONS VEGETALES SPONTANEES

A. — Il y a d'abord les associations qui couvrent **les surfaces de terre ferme** (limon brun). Celles-ci viennent affleurer parmi les tourbières. Elles constituent, soit la ligne de faîte Baraque Michel-Botrange formant le « setch champ » bien connu, soit, les sommets secondaires Baileu, Trois Hêtres, Clefay, Pannensterzkopf, Croix Mockel, Brochepierre, etc... ; ou bien elles s'étalent largement sur les flancs du plateau (Grande Fange de Jalhay, Fagne Lambotte, chemin de la Vecquée, partie du trajet de la **Via Mansuerisca,** Durhet).

Ces associations sont : le **Nardetum,** prairie naturelle avec une graminée dominante **Nardus stricta** voisinant avec de nombreuses espèces intéressantes, **Meum athamanticum, Arnica montana, Narcissus, Pseudo-Narcissus, Carex** div. sp., **Pedicularis sylvatica, Anemone nemorosa, Polygonum Bistorta ;**

le **Vaccinietum,** mélangé de **Calluna vulgaris, Erica Tetralix,** de **Sarothamnus scoparius, Juniperus communis,** où se groupent les 3 espèces de **Vaccinium, V. Myrtillius, V. Vitis Idaea, V. Uliginosum** (voir Fig. 11) ;

le **Quercetum,** forêt de Chênes en place (Geitzbuch, flancs de la Helle (voir Fig. 13) ;

le **Fagetum,** forêt de Hêtres en place (Roerbusch, Clefays, diverses zones de l'Hertogenwald, etc...) (voir Fig. 14).

B. — Il y a ensuite les associations qui colonisent la surface des tourbières.

Ce sont :

le **Callunetum** coïncidant généralement avec le sommet du mamelon tourbeux. **Calluna vulgaris, Erica Tetralix, Rynchospora alba, Eriophorum vaginatum, E. angustifolium,** etc... (voir Fig. 15) ;

le **Sphagnetum** dans les parties les plus humides, formant le tapis épais et spongieux, constitué de nombreuses espèces de **Sphagnum,** et colonisé par **Oxycoccus quadripetalus** (canneberge), **Andromeda polifolia, Trientalis europea,** etc... (voir Fig. 18) ;

le **Polytricheto-Salicetum** sur les zones dont la tourbe a été plus ou moins brûlée au cours de l'incendie de 1911, là où l'épaisseur en a diminué au point d'abaisser le niveau jusque près de l'argile de base. Celle-ci, enrichie de cendres, a été colonisée par un tapis épais de mousse, très uniformément **Polytrichum commune** et d'arbustes **Salix cinerea.** Ces arbustes ont un âge qui rapporte la plupart d'entre eux à 1911.

Aujourd'hui ces bouquets d'arbustes ont atteint la limite de leur existence, mais ils ont permis sous leur protection la germination de graines d'arbres qui peuvent atteindre une taille et une longévité plus grande. **Sorbus Aucuparia, Betula alba, Populus tremula,** etc... Ces essences spontanées constituent par place au-dessus des saules un étage arborescent très intéressant à étudier. On constate qu'il s'agit d'une jeune forêt de feuillus en formation. Elle s'installe définitivement là où les conditions de sol et d'humidité sont favorables ; elle rétrograde en certains endroits stériles ou trop humides (voir Fig. 17) ;

le **Betuletum,** forêt claire de Bouleaux, végétant naturellement sur la tourbière elle-même (diverses fagnes boisées, Helle, Scheidebach, Schwarzbach, etc...) (voir Fig. 24) ;

l'**Alnetum,** bois d'**Alnus glutinosa,** Aulnes, en voie de dispari-

tion, si l'on en juge par les divers endroits appelés Oneux et plantés d'Epicéas aujourd'hui ;

C. — Il y a le **Molinietum** qui est l'association terminale vers laquelle régressent toutes les autres associations sous l'influence du drainage. Il convient à ce propos d'insister sur le fait que tout le haut plateau subit cette rapide altération. J'en ai pu noter les phases durant les 15 ans de séjour à la Station du Mont Rigi. La végétation typique des tourbières fait donc progressivement place à cette association stérilisante qui coïncide d'autre part avec une modification profonde des propriétés de la tourbe elle-même. Il s'agit d'une Graminée envahissante, formant des mottes, étouffant tout autre plante et entravant la marche, **Molinia coerulea** (voir Fig. 25).

La croyance souvent répandue que les tourbières s'élargissent normalement au détriment d'autres associations est dénuée de tout fondement dans l'état actuel des réseaux de drainage.

LES PLANTATIONS DE RESINEUX.

Après quelques essais infructueux d'introduction de *Pinus sylvestris* (1860 environ, Noir Flohay), la campagne de boisement des services forestiers a généralisé la plantation de *Picea excelsa*. Ces bois de sapins, séparés par d'étroits coupe-feux sont constitués d'arbres en carré, tous de même âge et de même espèce. Ceux-ci sont très rapprochés de manière à produire un étiolement artificiel qui est nécessaire à la disparition rapide de toute branche latérale sur la base du tronc et à l'obtention de flèches longues et droites.

L'ombre opaque apportée au sol sur des milliers d'hectares supprime complètement les diverses végétations indigènes. Celles-ci sont donc remplacées partout, non seulement sur les bonnes terres où la végétation des landes a disparu à peu près, mais aussi sur de nombreuses fagnes tourbeuses. Le drainage des fagnes humides, a ruiné la plus grande partie des complexes écologiques du Haut Plateau.

Les conséquences de cet état de choses sont incalcula-

Fig. 14. — **Fagetum** ou forêt de Hêtres du Roerbusch. Autrefois, cette forêt offrait un spectacle particulièrement saisissant et instructif ; car elle n'était pas jardinée comme aujourd'hui. De plus, elle était vaste, non entrecoupée de carrés de résineux.

(Photo J. Moureau).

Fig. 15. — **Eriophorum** div. sp. (Linaigrette) formant un tapis des houppes blanches que sont les fruits plucheux de cette Cypéracée.

(Photo Jarbinet).

bles en ce qui concerne le maintien des conditions naturelles. On commence seulement à s'en rendre compte, aujourd'hui dans le grand public. Mais tous ceux qui ont l'habitude d'observer sur le terrain avaient aperçu depuis plus de 30 ans une dessication de toute la région, une diminution des nappes aquifères, une altération de la tourbe et des associations végétales. C'est ainsi qu'en juin 1937 après quelques jours de beau temps, bien que l'hiver et le printemps eussent été très pluvieux, la Hoëgne supérieure (Rus de Polleur) contenait moins d'eau qu'au cours de l'été extraordinairement sec de 1911.

En somme, contrairement à ce qui se passe dans d'autres régions où les habitants et les industries sont les principaux artisans des altérations des paysages et des équilibres biologiques naturels, dans les fagnes, c'est le programme d'assainissement et la plantation industrielle d'Epicéas sur sol drainé qui détruisent les caractéristiques du plateau de la Baraque Michel et en altèrent les équilibres primitifs (voir cartes).

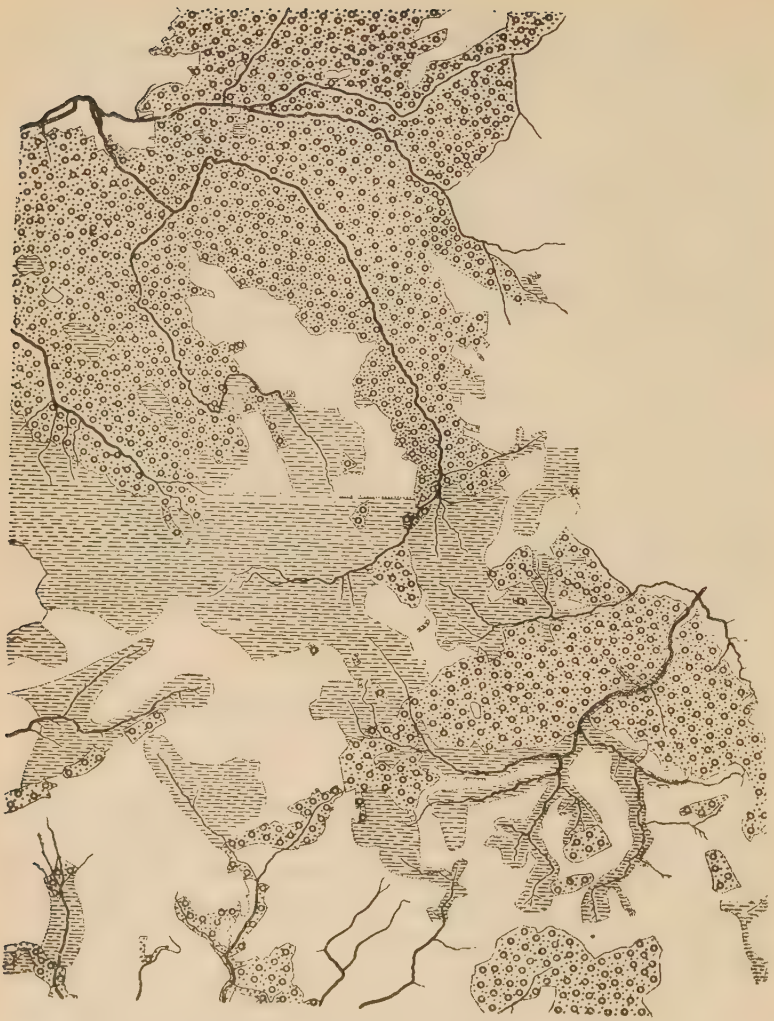
2. — LES TOURBIERES.

J'ai publié sur l'écologie des tourbières diverses séries d'observations auxquelles je renvoie le lecteur (1). Qu'il me soit permis de rappeler quelques faits et de développer le point de vue de la circulation de l'eau ainsi que celui de la capacité d'hydratation des tourbières.

La tourbe est une accumulation de débris végétaux qui, par suite de l'acidité des eaux, ne pourrissent presque pas. Il est bien peu de sols forestiers qui en puissent montrer une telle quantité, puisque là où les terrains et les eaux peuvent supporter la forêt, ces débris se décomposent à mesure qu'ils se déposent et qu'il n'y en a jamais qu'une faible épaisseur.

En fagne, la décomposition post mortem des tissus de plantes est interrompue dès que ceux-ci sont en contact avec l'eau acide du

(1) R. et M. Bouillenne, voir Bibliographie div. n^{os}.



Carte de la région du Plateau de la Baraque Michel, établie en 1772, par le Comte Ferraris, sur l'ordre du Gouvernement Autrichien de Marie-Thérèse. On voit en haut la grande courbe de la Helle se jetant dans la Vesdre ; à g. haut, la Gileppe ; milieu les deux Hoëgnes ; en bas, au centre le Bayehon ; à dr. la Roer. La limite entre forêt et fagnes est nettement marquée. Les fagnes sont représentées : en blanc, fagnes sèches ; en traits interrompus, fagnes humides. Les forêts étaient uniquement des forêts de feuillus. Les plantations de résineux sont postérieures à l'établissement de cette carte.

Carte de la région du Plateau de la Baraque Michel, transposée exactement à l'échelle de la carte Ferraris (Fig. 16). Cette carte est établie d'après les cartes d'Etat-Major récentes.

On voit les empiètements considérables des plantations d'arbres représentées par les petits ronds et pointillés, sans distinction entre feuillus et conifères, par rapport à la surface qu'elles occupaient naguère. On peut également constater les réseaux de fossés de drainage. Entre le Bayehon et la Roer, les fagnes sont transformées en prairies.

sous-sol ; ils subissent un noircissement caractéristique. Mais, on retrouve parfaitement reconnaissables, les feuilles de Mousse, les épidermes de Graminées, les rameaux de **Calluna,** les branches d'arbustes, les touffes de **Carex,** grains de pollen, etc... Les noyaux des cellules même sont encore visibles dans beaucoup de tissus.

Dans les tourbières, la tourbe se tasse par le poids des débris, formés progressivement au cours des siècles ; l'épaisseur qui en résulte est en rapport avec la vigueur de croissance des végétations superficielles et aussi avec l'espace de temps pendant lequel le phénomène s'est produit. La plupart de nos tourbières datent de l'époque atlantique ou de la fin de la période boréale. Certains dépôts ont commencé dès la période préboréale ; en tous cas, ils sont tous postglaciaires (voir plus loin).

Il ne se produit guère de restitution de sels minéraux par voie microbiologique de sorte que cette couche est très pauvre en sels. Elle n'est colonisable que par des plantes peu exigeantes à ce point de vue.

En ce qui concerne les propriétés de rétention d'eau et la régularisation de l'évacuation de celle-ci, la tourbe se comporte comme les humus forestiers et fonctionne en proportion de son épaisseur qui est considérable (moyenne $2^{m}50$ à 4 mètres de tourbe, beaucoup d'endroits environ 1 m., maximum 7 m.) (voir étude ci-après p. 80).

La masse des tissus morts, encore organisés, est cimentée par des colloïdes organiques divers qui se maintiennent à l'état d'hydrogel (probablement par l'action des chlorures qu'on rencontre toujours) ; (voir analyses faites à notre laboratoire du Mont Rigi et dans les tourbières de la Drente, Blumea, I, 1935).

Elle ne contient aucun colloïde minéral (silicates). Elle est noire, consistante, peu aérée, très considérablement imbibée d'eau.

Sur le Plateau de la Baraque Michel, la tourbe repose dans des dépressions qui marquent les flancs du plateau, sur un terrain d'argile blanche, très compact et *imperméable*. Le dépôt ne s'est pas fait uniformément ni avec une vitesse égale ; l'épaisseur est d'autant plus grande que la dépression est plus forte. En effet, la tourbe s'est accumulée au centre des dépressions plus activement que sur les bords ; elle a fini par dépasser le niveau de ceux-ci et a produit des mamelons si considérables qu'il en est comme ceux des tourbières de Sourbrodt qui sont marqués sur les cartes d'Etat-Major.

On conçoit que dans ces conditions, aux différents endroits d'un mamelon tourbeux, les plantes ne se trouvent pas dans des conditions comparables (par rapport au niveau de l'eau par exemple) (voir Fig. 16).

Ainsi donc, les tourbières, sur les pentes du plateau, se présentent en mamelons plus ou moins vastes que l'on peut reconnaître de loin à la teinte roussâtre de la végétation colonisant leur partie surélevée : il s'agit de l'association dite *Callunetum* qui comporte *Calluna vulgaris, Erica Tetralix*, etc.

Nous avons pratiqué de très nombreux sondages afin de mesurer l'épaisseur de la tourbe. En tenant compte de l'inclinaison topographique, de l'ondulation superficielle de la tourbière et de la profondeur indiquée par l'arrêt brusque de la sonde sur le sol ferme (celle-ci pénètre très facilement dans la tourbe), nous avons constaté que toutes les tourbières jusqu'aujourd'hui repérées, occupent le fond de dépressions. On peut mesurer, selon les tourbières, une épaisseur de débris végétaux fossiles allant de 1 à 7 m. (voir Fig. 26).

SOUS-SOL.

Le fond des dépressions est partout constitué d'une argile blanc-verdâtre extrêmement compacte. De larges fosses, creusées par nous en 1932 (fagnes du Mont Rigi), ont permis de mettre à nu cette argile et de constater que celle-ci contient de petits morceaux de silex cacholongisés ; elle est tellement compacte que les ouvriers n'ont pu l'entamer qu'à la dynamite. Son imperméabilité ne fait aucun doute.

Au point de vue géologique, cette argile blanchâtre avec conglomérats à silex, est le reste des terrains crétacés (Maestrichtien) qui ont recouvert entièrement le plateau [1].

A d'autres endroits, on trouve une argile de teinte variable, blanche, rouge, verte ou noire selon les places, fortement mélangée de blocs de quartzites et de phyllades en voie de décomposition, permettant d'établir qu'il s'agit de

(1) **Renier,** 1925. (Voir Session extraord. Soc. bel. de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., Hayez, 1928).

à-dire les bancs alternants de quartzites et de quartzophyllades reviniens qui constituent le socle du Plateau de la Baraque Michel (voir Fig. 21).

L'eau météorique tombant sur la surface limoneuse et perméable des setch-champs ne peut s'infiltrer très profondément par suite de l'imperméabilité des argiles sous-jacentes. Elle s'accumule en nappes phréatiques de sommets, dont le niveau est variable et évolue en fonction de la pluviosité locale.

Il n'est pas possible de retenir sérieusement l'hypothèse que posait récemment encore le problème de l'alimentation de cette nappe superficielle par des eaux profondes ayant une origine éloignée.

Cette nappe s'élimine par les sources. L'eau en est froide (hiver comme été 7 à 8° C, rarement 10 à 11°); elle a la température moyenne du climat du plateau, ce qui est une caractéristique des eaux de surfaces ; elle est extraordinairement pauvre en sels minéraux. Si elle avait une origine profonde, elle serait tiède et fortement saline à cause de son passage à travers de nombreuses roches.

Les sources ont une acidité de p.H. 5,4 analogue à l'acidité des eaux des puits anciens, non maçonnés. Qu'elles soient aménagées en trous peu profonds par les paysans qui vont à la tourbe ou par les forestiers ou qu'elles soient intactes, elles ont une eau parfaitement limpide.

Les sources intactes sont encombrées d'une végétation typique qui permet de les repérer avec un peu d'habitude : traînées de *Sphagnum* abondant, div. sp. *Narthecium Ossifragum, Viola palustris,* etc., sur fond d'argile dure à 0,50-1 m.

L'eau des sources suinte lentement à travers le tampon de végétation et coule dans les séries successives de dépressions qui ondulent sur les pentes et qui sont remplies de tourbe. Elle se mélange à l'eau de pluie qui est tombée sur la surface des tourbières et qui pénètre dans la masse. Il en

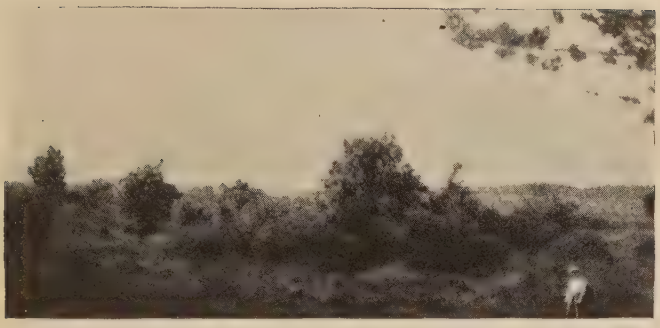


Fig. 17. — **Polytricheto-Salicetum.** Peuplement spontané de feuillus sur les cendres des incendies de tourbe en 1911. Les broussailles basses des arbustes **Salix cinerea** sont aujourd'hui dépassés par Bouleaux, Sorbiers, Peupliers Trembles, etc...
(Photo M. Bouillenne).

Fig. 18. — Tapis spongieux de **Sphagnum** dans lequel sont implantées diverses espèces : en haut, à dr., les feuilles de **Trientalis europea** ; à l'avant plan, rampent les tiges de **Oxycoccus quadripetalus** en fruits.
(Photo R. Bouillenne).

résulte que les tourbières sont, dans leur profondeur, parcourues par des fissures, des canaux, des grottes, où circule une eau abondante, que les habitués des fagnes savent entendre sous la surface.

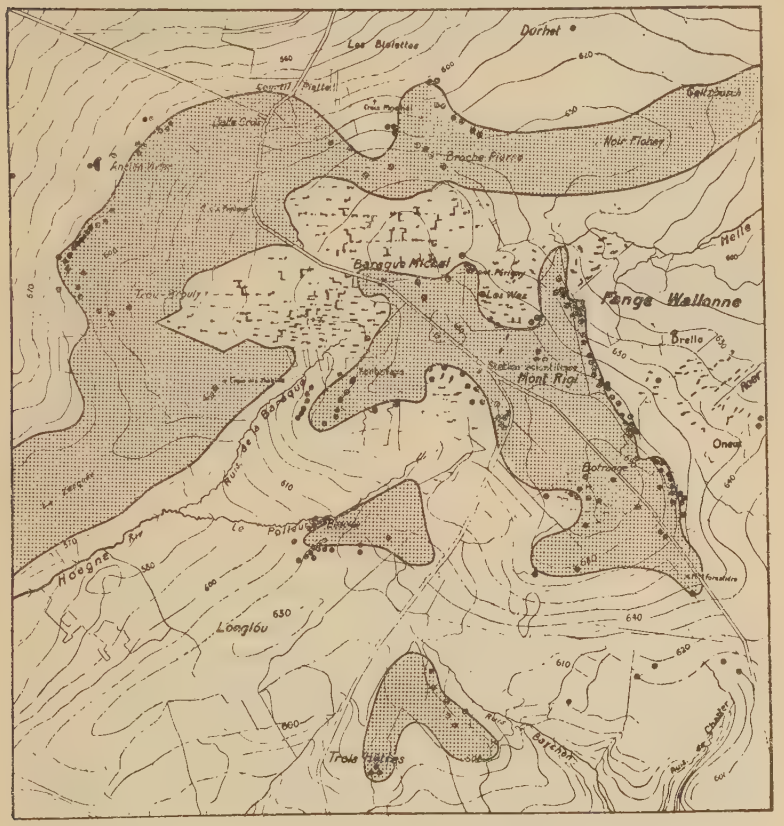


Fig. 20. — Carte de la crête Baraque Michel-Botrange. On voit les limites du setch-champ du sommet et celles des setch-champs secondaires, Trois Hêtres, Beaulou, Vecquée, Grande Fange de Jalhay en amont de l'ancien Vivier, Belle-Croix, Broche Pierre, Noir Flohay, etc... Chaque signe ● représente une source parfaitement reconnaissable. Les sources se trouvent en bordure des setch-champs. Elles sortent du limon caractéristique de ces territoires. Elles pénètrent aussitôt dans les dépressions des tourbières. (Toutes les sources n'ont pas encore pu être repérées, entre autres, celles vers Longlou et Durhet). Les setch-champs sont en grisé.

NAPPE AQUIFERE DE LA TOURBE.

Il existe dans la tourbe, un peu comme dans le limon des setch-champs, une sorte de nappe aquifère. Cette dernière est entretenue par le débit des nombreuses sources qui fonctionnent toute l'année, en amont de chaque série de tourbières.

Cette nappe aquifère s'enrichit à chaque tourbière de l'appoint des eaux météoriques ; elle suit le dédale des fissures et des couloirs de la tourbe tout comme si elle se trouvait en sol profond ; elle peut réapparaître pour un parcours plus ou moins long et se perdre à nouveau dans la tourbe. Ces résurgences montrent que l'eau est noire, de température variable avec la saison, l'heure ; le p.H. est habituellement 4,6. Elles sont caractérisées par une végétation de *Juncus conglomeratus*, *Carex ampullacea*. Toutes ces particularités distinguent nettement les résurgences par rapport aux sources du sommet (voir Fig. 21).

La complication du réseau de ces canaux dans la tourbe produit un considérable ralentissement de la circulation de l'eau sur les pentes. Mais elle n'aboutit pas à un arrêt de la circulation de l'eau, comme certains le voudraient. Je sais que M. Boudru a comparé la masse d'eau des tourbières à un « lac d'eau morte », stagnante. Cette affirmation qui se complète d'une autre : que la tourbière garde l'eau qu'elle reçoit et ne rend rien est purement gratuite et contraire à la plus élémentaire objectivité.

Au bas des tourbières, l'eau sort donc de la tourbe et alimente les ruisseaux. Cette alimentation se produit même pendant les périodes de sécheresse les plus sévères.

La raison en est la suivante : la masse tourbeuse ne contient pas seulement une grande quantité d'eau courante ; elle accumule, dans sa propre substance colloïdale, par imbi-

bition, l'eau dont elle a fait provision en période humide (pluies ou sources) ; elle laisse suinter cette eau d'imbibition dans les canaux, sur le fond, et cela jusqu'à un certain point critique de sous-imbibition, en-dessous duquel les propriétés de la tourbe vis-à-vis de l'eau sont altérées. Ce point critique n'est atteint à l'état de nature que dans des conditions exceptionnelles.

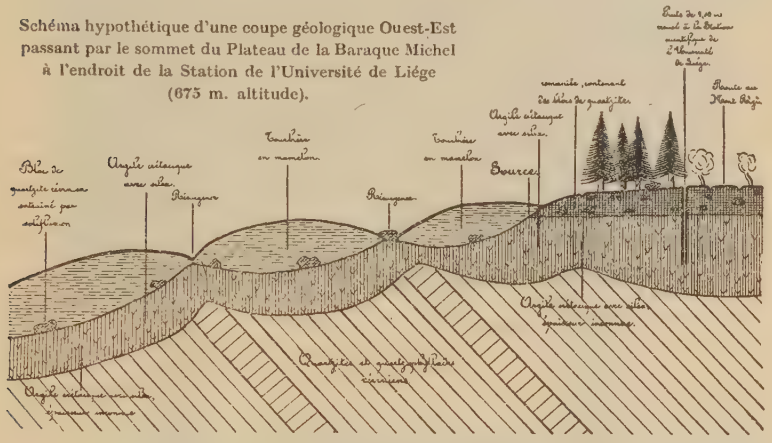


Fig. 21.

La tourbe peut donc normalement absorber et céder de grandes quantités d'eau. Cette balance est établie selon le débit de la nappe aquifère qui circule dans les multiples canaux. Elle fonctionne comme une vaste éponge capable, en période de pluies, d'accumuler une invraisemblable quantité d'eau et de restituer celle-ci, par égouttage, en grande partie et lentement. Elle est un régulateur parfait du régime des eaux.

Ce pouvoir de régulation et ce haut potentiel d'accumulation d'eau qui sont caractéristiques de la tourbe normale sont augmentés par les propriétés très spéciales du tapis végétal dont les espèces colonisent les tourbières saines, intactes et non drainées.

Ainsi donc, en surface comme en profondeur, les élé-

ments constitutifs des tourbières concourent à leur faire jouer un rôle effectif de régulateurs du régime des eaux.

REGULATION DES EAUX.

Il convient de justifier ici cette importante conclusion par des observations précises et des mesures d'hydratation, d'une part concernant le revêtement superficiel des plantes des tourbières, d'autre part concernant les propriétés d'imbibition de la tourbe.

Fig. 22.

Sphagnum acutifolium
avec ses rameaux feuillés nombreux insérés sur l'axe.

Fig. 23.

Sphagnum squarrosum
à maturité, muni de son sporange.

1°) En surface, la végétation se présente comme un tapis épais, ininterrompu, constitué principalement de *Sphagnum* div. sp., groupées en coussinets, parmi lesquels sont implantées les quelques espèces typiques du *Sphagnetum*. Ce tapis comprend généralement 10 cm. de tiges et pousses vivantes ; 10 cm. de tiges anciennes, mortes.

Cette épaisseur végétale de 20 cm. repose sur la tourbe la plus récente.

D'ordinaire, les coussins de *Sphagnum* sont fortement imprégnés d'eau. On peut les tordre comme une éponge. Ils

Fig. 24. — Forêt claire de Bouleaux dans la Vallée de la Helle. Les arbres sont généralement implantés sur une tourbe épaisse.

(Photo J. Moureau).

Fig. 25. — Mottes de **Molinia coerulea,** en lisière d'un bois de Résineux. Ces graminées envahissent toutes les fagnes drainées.

(Photo R. Bouillenne).

empêchent la pluie de ruisseler rapidement, car ils la maintiennent dans les petites dépressions qu'ils laissent entre eux.

La structure et la disposition des organes de *Sphagnum* est telle que les touffes constituent de véritables réservoirs d'eau (voir Fig. 22 et 23).

D'abord, les tissus des feuilles comportent des cellules nombreuses, grandes, munies d'un pore, capable de se remplir d'eau et de la garder en réserve ; ensuite les rameaux serrés les uns contre les autres, munis de petites feuilles collées les unes aux autres, laissent entre eux des espaces capillaires qui, par temps de pluie se gorgent d'eau. Celle-ci s'évapore ensuite partiellement ; mais une large portion circule de proche en proche vers la base de la plante et vers la tourbe.

De nombreuses mesures de la quantité d'eau existant dans les touffes de *Sphagnum* (vivants ou morts) ont été faites au laboratoire du Mont Rigi. Voici quelques chiffres exposés dans les Tableaux I, II et III.

On voit, dans le Tableau I, que 1 m^2 de la surface d'une tourbière riche en *Sphagnum* comprend de 10.000 à 20.000 brins de cette mousse vivante. Ces brins ont environ 10 cm. de hauteur.

Cette surface de mousses humides et vivantes pèse, après la pluie, 54 kilogs. La même surface prise, dans les mêmes conditions, par temps sec, pèse 33.89 kilogs. Lorsqu'on laisse, plusieurs heures, cette masse égoutter à l'air, elle pèse 29,89 kilogs. Arrosée à nouveau par l'eau du puits de la Station scientifique, ce même carré s'hydrate à nouveau et pèse 54 kilogs, comme au départ de l'expérience.

Cette quantité d'eau considérable est emmagasinée non seulement dans les tissus eux-mêmes, mais aussi dans les intervalles infiniment nombreux des feuilles et des brins, par capillarité. On peut faire la part approximative de l'eau prise par capillarité en comparant l'hydratation des brins de *Sphagnum* non isolés les uns des autres et égouttés, 24 heures, sur claies, avec le poids d'une même masse humectée. Les chiffres sont indiqués au Tableau I.

Une deuxième expérience, faite sur l'ensemble de la couche végétale, *Sphagnum* vivants et *Sphagnum* morts, (0,20 cm. d'épaisseur), montre la quantité d'eau qui imbibe réellement 1 m² de surface de tourbière non drainée (Fagne Wallonne). Cette double épaisseur pèse 77 kg. sur place (Tabl. I).

TABLEAU I.

Eau retenue dans 1 m² de *Sphagnetum* vivant

Epaisseur du tapis : 0,10 m.

10.000 à 20.000 brins de **Sphagnum** div. sp. à petites feuilles, **Narthecium, Eriophorum.**

	Poids total	Poids sec de mat. végét.	Poids d'eau retenu	100 gr. poids sec retiennent
après pluie	54 kg.	2,08 kg.	51,92 kg.	2,49 kg. eau
temps sec	33,89	2,08	31,81	1,53
égout. plusieurs heures s. claies	29,89	2,08	27,81	1,33
Shagnum séparés en brins, égouttés plus. heures s. claies.	8,20	2,08	6,12	0,298

Eau retenue dans 1 m² de *Sphagnetum*

Epaisseur du tapis : 0,20 m.

Sphagnum vivants : 0,10 m.

Sphagnum morts et tassés : 0,10 m. épaisseur.

	Poids total	Poids sec de mat. végét.	Poids d'eau retenu	100 gr. poids sec retiennent
temps sec, pesé sur place	77 kg.	5 kg.	72 kg.	1,440 kg. eau
égoutté	57	5	52	1,040
pressé un peu	50	5	45	0,900
temps très sec Sphagn. blancs	19,23	5	14,23	0,285

Ce même m² peut libérer facilement, par simple égouttage, 20 kilogs d'eau ; il ne pèse plus que 57 kilogs. Si on le pressure légèrement, il lâche encore 7 kilogs. Enfin, pris par temps sec, dans un endroit desséché à *Sphagnum* blanchâtres, il ne pèse plus que 20 kilogs environ, de telle sorte que, par

évaporation, par incorporation à la tourbe sous-jacente, par ruissellement ralenti de mottes en mottes, 1 m² de la surface d'un *Sphagnetum* humide, pesant 77 kilogs peut abandonner environ 57 kilogs d'eau et les reprendre après la pluie.

Ce qu'il faut retenir, c'est que cette balance, extrêmement utile pour le régime des eaux, est réalisée par une quantité minime de matières. (Poids sec = 5 kilogs seulement).

Nous pouvons nous résumer comme suit : chaque m² de Sphagnetum (0,20 cm. épaisseur, poids sec 5 kilogs) peut retenir 72 kilogs d'eau, rendre lentement 57 kilogs et les reprendre par la pluie. Ce qui fait qu'un hectare peut absorber utilement et relâcher 570 tonnes d'eau et que la Fagne Wallonne, qui a environ 8 kilomètres carrés, retient temporairement dans sa pellicule superficielle, 456.000 tonnes d'eau, correspondant à un canal de 4 m. de large, 2 m. de profondeur, 59 kilomètres de long.

Des observations plus précises ont été réalisées au laboratoire sur du *Sphagnum* vivant ou mort, pesé par petites quantités.

Les chiffres confirment, dans leur ensemble, les résultats cités plus haut. On voit, Tableau II, que selon les espèces, 100 gr. de *Sphagnum* vivant (Poids sec) contiennent au total entre 2 kg. 500 ou 2 kg. 800 d'eau, après égouttage sur papier filtre ; ils peuvent normalement perdre et reprendre entre 1 kg. 160 et 1 kg. 900 d'eau.

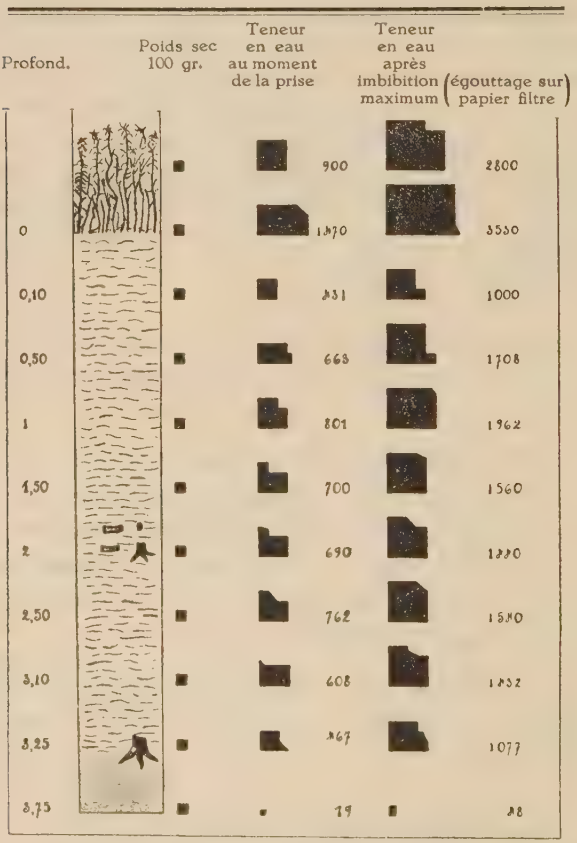
La couche végétale morte tient plus d'eau que la couche superficielle. Un poids sec de 100 gr. retient parfaitement 3 kg. 500 d'eau.

2°) En profondeur, la capacité *d'imbibition* de la tourbe normale est étonnante (voir Tableau II).

Par 100 grammes de matière sèche, la tourbe peut contenir, entre 1000 gr. et 1962 gr. d'eau. Les couches les plus favorables à ce sujet se trouvent vers 1 m. de profondeur.

Mais si, au lieu d'égoutter la tourbe et d'éliminer une grande partie de l'eau maintenue dans les pores par capillarité, on pèse la masse hydratée au maximum, au laboratoire, mesurant ainsi la valeur de l'imbibition et celle de la capillarité, on constate que 100 gr. de poids sec retiennent environ 6 kg. d'eau (voir Tableau III).

TABLEAU II.



Coupe dans l'épaisseur de la tourbière Marquet, depuis le tapis végétal de **Sphagnum** jusqu'à l'argile de base. Les prises sont faites par temps sec.

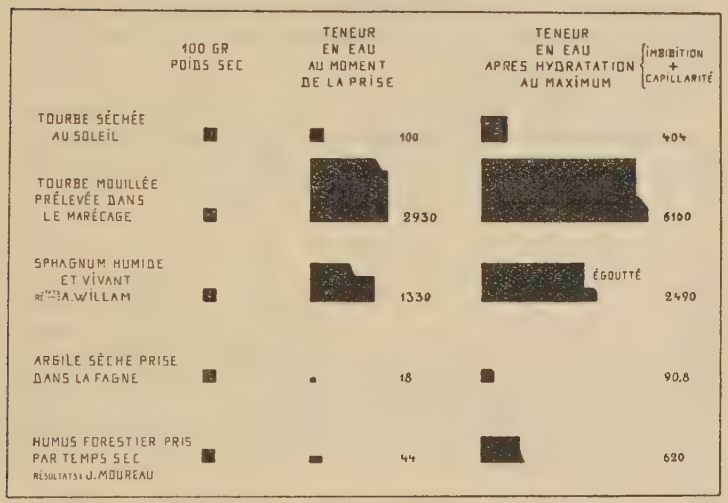
Pour se faire une idée de l'exceptionnelle valeur de la

Fig. 26. — Tourbière du Mont Rigi, dont on aperçoit, en sombre, la tranche en exploitation. A dr., petites pyramides de briques de tourbe mises à sécher dans le vent. Avant-plan, végétation de **Molinia** résultant du travail des tourbeux. La forme en mamelon de la tourbière est évidente ici.
(Photo R. Bouillenne).

Fig. 27. — Briques de tourbe. A gauche, la plus grande, à l'état frais. Les autres vers la droite montrent la diminution du volume, après la dessication à l'air, selon le niveau de la tourbière où ces briques ont été extraites. De g. à dr., profondeur progressive.

tourbe comme élément accumulateur d'eau, il faut non seulement se représenter l'épaisseur considérable de beaucoup de tourbières ; mais aussi de comparer la tourbe avec l'argile et l'humus des forêts de Résineux (Tableau III).

TABLEAU III.



Fluctuations de la teneur en eau, avant et après hydratation maximum, pour 100 grammes de matières sèches.

Ainsi, 100 gr. d'argile sèche, prise dans le fond de la tourbière Marquet, au Mont Rigi, ne peuvent contenir, au maximum, que 48 gr. d'eau (voir Tableau II). De même, 100 gr. secs de limon pris à la surface du sol du setch-champ près du Mont Rigi ne prend guère plus de 90 gr. 8 d'eau (voir Tableau III). Enfin, l'humus forestier (de Résineux, à Botrange) prend seulement 620 gr. d'eau, soit dix fois moins que la tourbe et l'épaisseur de cet humus atteint environ 0,30 cm., ce qui est fort peu, en comparaison de l'épaisseur de tourbe dans les tourbières.

Il n'est pas nécessaire, je pense, d'un long raisonnement pour faire comprendre que l'énorme masse d'eau accumulée par imbibition ou capillarité dans les tourbières pendant les

saisons pluvieuses est restituée le long des pentes selon le sens de la pesanteur. Il suffit de regarder s'égoutter dans un plat un fromage blanc, tout frais, pour ne plus songer à nier le rôle de régulation des tourbières dans la distribution des eaux du plateau de la Baraque Michel.

Outre la circulation massive de l'eau dans les canaux et au ras du fond, sur l'argile imperméable des cuvettes, la tourbe laisse donc passer lentement de proche en proche, dans son épaisseur même, une grande quantité d'eau.

Pour illustrer cette circulation moléculaire d'eau à travers un gel colloïdal, on utilise au laboratoire un gel de gélatine que l'on fait traverser par une solution d'un colorant non absorbable (Travaux de Bigwood sur la perméabilité des gels de gélatine).

Ce fait infirme l'étrange affirmation que la tourbe retient toute l'eau et ne lâche rien. Il est bien vrai que l'on peut retenir une masse d'eau par un mur de tourbe et que, comme j'en ai fait la démonstration à M. Quairière, Inspecteur principal des Eaux et Forêts, on peut transpercer un barrage de tourbe au moyen d'une sonde, sans que l'eau jaillisse dès que l'on retire la sonde ; car le trou se rebouche de soi-même par la plasticité du colloïde. Mais ceci n'a rien à voir avec la circulation moléculaire ou capillaire indéniable de l'eau à travers l'épaisseur de la tourbe.

Mais pour que la tourbe garde ses propriétés colloïdales qui lui permettent une forte imbibition et hydratation, il ne faut pas qu'elle ait été desséchée au delà d'une certaine limite. Le tableau III montre qu'un échantillon de tourbe séchée fortement au soleil et ayant diminué de volume, se réhydrate comparativement très peu (voir Fig. 26 et 27).

La tourbe déchiquetée que l'on vend comme litière ne se réimbibe plus guère, même après qu'elle a séjourné dans l'eau pendant 4 ans (Jardin Botanique de Liége) ; les blocs de tourbe, extraits dans les fagnes et mis à sécher en tas, deviennent durs comme bois et ne se mouillent pas plus qu'une brique. La tourbe en place qui a subi le drainage est également très modifiée (observations personnelles chiffrées). Ces modifications sont traduites à la surface par la disparition de la flore typique de la tourbière et son remplacement par les

Craminées à grosses mottes, *Molinia coerulea*, « Tièsse di boûf » dont il a été parlé plus haut (voir Fig. 25).

En résumé, les tourbières de la Baraque Michel sont des ensembles qu'il convient de comparer aux Hoch-Mohr par leur constitution et leur végétation. Cependant elles sont d'un type particulier, distinct de la plupart des Hoch-Mohr nordiques souvent formés dans des dépressions d'eau stagnante, mal drainées et alimentées par la pluie. A la Baraque Michel, nous nous trouvons en présence de *tourbières de pente alimentées régulièrement par des sources qui sont situées au sommet du plateau et dont l'eau abondante même en période de sécheresse circule à travers la masse et vient s'ajouter aux eaux météoriques tombées sur leur surface.*

Fig. 28. — Coupe schématique dans la tourbière à **Empetrum nigrum,** à Clefay, établie d'après les nombreux sondages, réalisés en 1936. On voit la pente générale du terrain vers un bois d'Epicea planté sur forte épaisseur de tourbe. Au contact avec l'argile de base, des souches fossiles enracinées (ici comme ailleurs, très probablement, du Chêne). Dans la tourbe elle-même, de nombreuses souches de Bouleaux.

Le quadrillé représente l'argile de base.
Les traits interrompus représentent la tourbe.

EVOLUTION NATURELLE DES ASSOCIATIONS VEGETALES.

Les associations des tourbières évoluent dans le temps ; elles se transforment. En réalité, elles se remplacent les unes les autres sur une même surface, à la suite des modifications

de milieu qui, dans une région intacte, fluctuent normalement et lentement par le jeu autonome des activités des tourbières. Cette évolution n'est pas linéaire ainsi que le montre l'étude des fossiles de la tourbe. Il y a au contraire alternances d'associations, les unes forestières, les autres herbacées (voir Fig. 28).

Dans beaucoup de tourbières du Haut Plateau (Botrange, Mont Rigi), on trouve implantées dans l'argile de base des souches fossiles de Chênes et d'Aulnes indiquant qu'à ces endroits une forêt de Chênes, mélangées d'autres espèces d'arbres, a précédé les premiers dépôts de tourbe. Cette forêt a fait place à des associations de *Sphagnum* et de Graminées dont les restes en recouvrent les vestiges fossiles. Ces dernières plantes, poussant chaque année vers le haut et mourant par leur partie inférieure, ont élevé progressivement le niveau du sol. Elles ont enlisé les troncs morts et les souches.

Ces associations de fagnes à leur tour ont rétrogradé devant l'apparition d'une forêt de Bouleaux qui forme une couche très nette de bois et d'écorces à 1 m. 50 sous la surface actuelle de la plupart des tourbières. La durée de cette forêt n'a pas dû être très longue. Elle apparaît comme un accident temporaire dans une végétation à climax (1) tourbeux ; car il n'y eut qu'une seule génération d'arbres, la fagne ayant repris le dessus aussitôt (voir Fig. 31).

L'apparition du **Polytricheto-Salicetum** à la suite de l'incendie de 1911 pourrait être la réplique actuelle d'un événement de même type sans que toutefois l'on puisse affirmer que l'incendie est à l'origine de la forêt de Bouleaux ancienne. Je désire néanmoins signaler que cette forêt temporaire implantée sur de la tourbe ne doit pas être comparée, comme valeur phytosociologique, à la forêt de Chênes primitive qui a disparu à la suite de l'évolution de son sol vers la formation d'une tourbière.

(1) Le climax dans l'évolution des associations végétales correspond à une association en équilibre avec le lieu et le climat du moment. Les terrains abandonnés retournent naturellement après un temps plus ou moins long au type de végétations du climax à moins que les conditions du milieu aient changé, ce qui est le cas aujourd'hui pour la Baraque Michel.

Les études réalisées au laboratoire du Mont Rigi depuis longtemps sur les fossiles de la tourbe montrent qu'à l'époque de cette forêt de Chênes localisée sur les parties élevées et sur certaines pentes du plateau de la Baraque Michel, il existait déjà des tourbières dans certaines dépressions humides. Ces tourbières doivent être par conséquent plus anciennes. Quelques-unes datent de la fin de l'époque glaciaire.

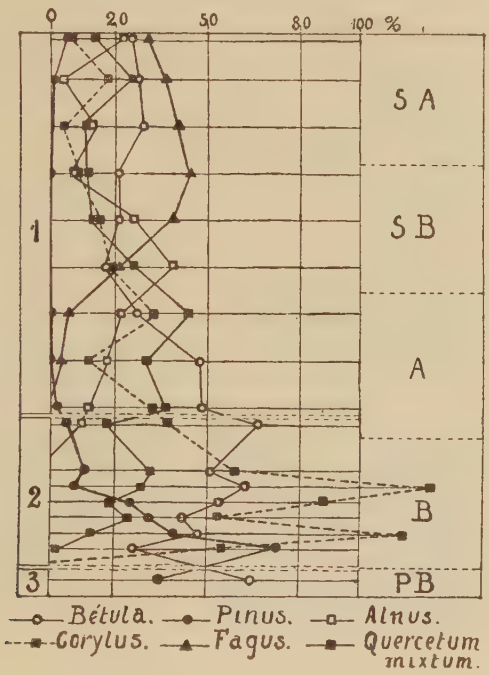


Fig. 29. — Diagramme pollinique des tourbières de la Haute Belgique, d'après Erdtman.

D'après des analyses polliniques de 1°) tourbière de Lierneux ; 2°) tourbière de la Baraque Michel ; 3°) mare de la Grande Fange à Bihain (tourbière soligène). Ce cas se rapporte, pensons-nous, à un vivier de Bihain ; dans le pays ces viviers sont appelés « Mardelles » (renseignements donnés par le R. Curé de Bihain).

Les périodes climatiques sont indiquées : P B : préboréale ; B : boréale ; A : atlantique ; S B : subboréale ; S A : subatlantique. En abscisses, % des grains de pollen ; en ordonnées les niveaux.

Nous ne pouvons pas être effectivement informés de la nature des végétations qui ont précédé cette forêt de Chênes sur les endroits de terre ferme où on en trouve les restes, car l'humus ne s'est pas conservé ; mais nous trouvons dans les tourbières les plus anciennes, qui sont aussi les plus épaisses, l'histoire complète des successions végétales qui ont évolué sur le plateau entier depuis lors.

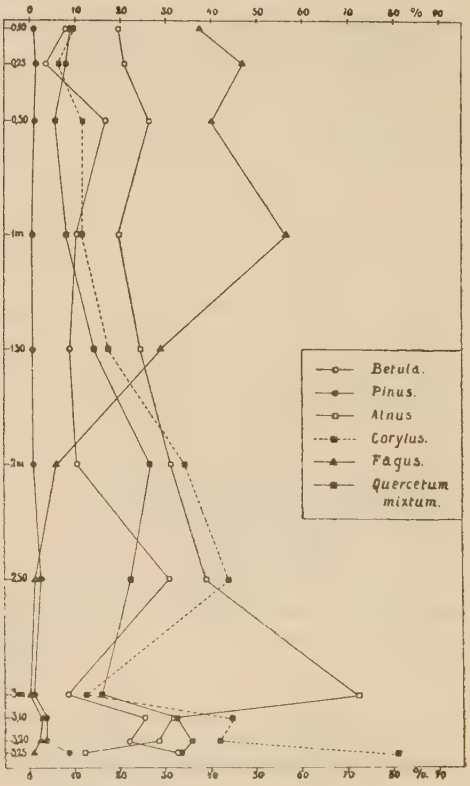


Fig. 30. — Diagramme pollinique de la tourbière Marquet, au Mont Rigi. - En abscisse, le pourcentage des grains de pollen. - En ordonnée, les niveaux des divers prélèvements de tourbe. - **Corylus** est exprimé en pour cent de tous les grains de pollen d'arbre.

(Extrait de « Les Viviers du Plateau de la Baraque Michel, R. et M. Bouillenne et div. collaborateurs, 1937).

De nombreux auteurs, à la suite de l'Ecole des botanistes suédois, ont utilisé la méthode d'analyse quantitative des grains du pollen conservés et reconnaissables aux différents niveaux des dépôts de tourbe. Leurs observations ont pu être généralisées. Ils ont établi une chronologie des faciès forestiers aux différents climats post glaciaires, à travers l'Europe. Ces climats ont été caractérisés chacun par la dominance d'une espèce d'arbre ou d'un groupe d'espèces.

Voici la succession classique, pour nos régions, des climats qui ont sévi depuis la fin des glaciations jusqu'à nos jours (voir Fig. 29).

Climat préboréal (Pin, Bouleau, Saule).

Climat boréal (Aulne, dominance de Noisetier).

Climat atlantique (plus doux et humide — Forêts mélangées du Chêne, Aulne, Orme, Tilleul).

Climat subboréal (retour au froid — apparition du Hêtre).

Climat subatlantique (le nôtre).

Nous donnons (Fig. 29) le tableau récapitulatif de l'histoire forestière de la haute Ardenne, reconstituée par Erdtman, au moyen d'analyses polliniques de tourbe prises en divers endroits des fagnes belges. Ce diagramme s'adapte parfaitement avec ce que l'on connaît de l'histoire forestière de l'Europe occidentale.

La Station scientifique du Mont Rigi grâce aux études de nombreux collaborateurs a établi les diagrammes polliniques de quelques tourbières. On trouvera dans le diagramme (Fig. 30), les résultats des analyses polliniques de la grande tourbière de sommet « Tourbière Marquet » dans la fagne du Mont Rigi. Ce diagramme simplifié ne reproduit que les successions des espèces d'arbres qui ont servi aux auteurs à caractériser les époques géologiques et climatiques :

Bouleau — *Betula*
Pin — *Pinus*
Aulne — *Alnus*
Noisetier — *Corylus*
Hêtre — *Fagus*
Chênaie mélangée — *Quercus, Tilia-Ulmus*

On voit donc que cette tourbière est d'époque relativement récente. Elle a commencé à la fin de l'époque boréale (régression du **Corylus**) ; elle s'élève pendant toute la période atlantique (chaude et

humide), subboréale (plus froide) ; le **Quercetum mixtum** et l'**Alnetum** dominent d'abord pour être remplacés ensuite par un maximum de **Fagus.** Ces observations confirment les observations directes signalées plus haut.

Pendant l'époque boréale, le sol de cette vaste tourbière ne portait donc pas de tourbe ; mais il devait être couvert par une végétation forestière, **Betula, Corylus, Alnus,** d'après les diagrammes polliniques des tourbières correspondant à cette époque. Cette végétation fut remplacée au début de la période atlantique par une forêt de chênes, d'aulnes, etc... dont nous avons signalé la présence sous forme de souches fossiles enracinées dans l'argile de base de la tourbière.

Il n'en reste pas moins vrai que d'autres tourbières ont apparu sur le plateau avant celle du Mont Rigi. Mais aucune ne date d'avant les glaciations ; car aucune ne nous a révélé de dépôts interglaciaires.

Les sondages et prises de tourbe aux diverses profondeurs de la masse nous ont permis de déceler des tourbières très épaisses, de 7 m. environ, dont l'étude pollinique est entreprise, mais n'a pas encore donné de résultats globaux.

Nous avons cependant déjà établi un diagramme complet des spectres polliniques de la tourbe qui remplit le « Vivier L. Fredericq » dans lequel nous avons commencé nos fouilles en 1934. Cette étude nous a amené à la constatation que les dépressions, incontestablement artificielles, des viviers sont remplies d'une tourbe qui est contemporaine des plus anciennes tourbières du Plateau. Elles datent de la fin de *l'époque préboréale*. Nous espérons fournir bientôt l'explication de cette curieuse constatation.

Ainsi donc, on peut conclure de toutes ces considérations qu'aucun phénomène actuel ne peut donc être interprété qu'en tenant compte des rapports qui lient le climat actuel avec la paléoclimatologie.

Dans tous les cas, sur le plateau de la Baraque Michel, les associations végétales de la fagne, de la lande et de la forêt de feuillus se partagent le terrain ; celles de la fagne se répartissent sur les mamelons de tourbe ; celles de la lande,

Fig. 31. — Tranche d'une tourbière exploitée au Mont Rigi. On voit un tronc de Bouleau implanté dans la profondeur de la tourbe à 1 m. sous la surface. En haut, les pyramides de briques de tourbe mise à sécher. Cette tourbière a déjà dû autrefois subir une première exploitation.

(Photo R. Bouillenne).

sur des régions de terre ferme peu fertile, quelquefois légèrement tourbeuse ; celles de la forêt de feuillus sur la terre ferme limoneuse et favorable ; celle de la forêt de Bouleaux et d'Aulnes sur certaines tourbières.

EVOLUTION REGRESSIVE EN CONSEQUENCE DU DRAINAGE.

Grâce à la connaissance que l'on peut acquérir de tout cet ensemble biogéographique spécial, on se rend compte aisément des conséquences du creusement de fossés nombreux formant les réseaux de drains creusés par les services d'exploitations forestières à travers tourbe et terre ferme.

La campagne d'assainissement commencée il y aura bientôt trois quarts de siècle a une répercussion considérable sur la circulation des eaux, sur les divers milieux biologiques, sur la vie végétale et la vie animale, sur les propriétés physiques de la tourbe. Elle aboutit à la mort des tourbières comme entités biologiques.

Le drain passant sur une tourbière a deux actions : d'un côté altération de la végétation, de l'autre, altération de la tourbe.

A. — LA VEGETATION.

Le drain entame la végétation épaisse du *Sphagnetum* et du *Callunetum* qui est lui-même toujours implanté sur coussins de mousses.

Nous savons que ce tapis ininterrompu tient en suspension par capillarité une étonnante quantité d'eau qui flue très lentement de feuilles microscopiques en feuilles selon la pente. Il constitue une sorte de nappe aquifère superficielle au-dessus de la nappe aquifère de la tourbe ou du sol, nappe aquifère vivante, transpirante, qui refroidit l'atmosphère

localement, par son intense évaporation à tel point qu'on s'en aperçoit en arrivant au-dessus d'un *Sphagnetum*. L'épaisseur moyenne de ce tapis végétal est de 0,15 à 0,25 m.

Je désire encore une fois attirer l'attention sur le fait qu'il ne peut être question de comparer cette masse d'eau à un lac, car ici, elle est incorporée à des cellules vivantes, elle adhère à la surface multiple des feuilles et des tiges, elle occupe des espaces microscopiques, elle s'accumule dans les poches que les irrégularités des coussins végétaux ménagent à la surface et elle a une surface d'évaporation véritablement immense. Pour comprendre cette situation, il faut avoir vu une fagne vierge et avoir voulu la traverser.

La seule fagne du plateau de la Baraque Michel qui n'ait pas encore été drainée complètement et dans laquelle nous avons découvert (1931) l'association à **Empetrum** unique en Belgique nous a révélé lors d'une fonte brusque de neige (Noël 1936) quelle quantité d'eau peut ainsi être retenue en équilibre ; il ne fut pas possible de la traverser tandis que le même jour, les fagnes voisines entrecoupées de fossés, étaient parcourues presqu'à pied sec, mais, prenaient des aspects d'inondation au carrefour des grands drains.

Dès qu'une solution de continuité est pratiquée dans le tapis superficiel des tourbières, le niveau de l'eau s'abaisse aussitôt. La végétation couvrant les flancs des fossés fonctionne comme une mèche qui parviendrait à vider une assiette remplie d'eau. On voit, après les pluies, des filets d'eau couler le long des Sphagnum pendant dans les rigoles. La perte d'eau que le fossé provoque se transmet au loin dans l'épaisseur du tapis végétal qui peut ainsi en concurrence avec sa transpiration se vider beaucoup plus rapidement et complètement, comme on le constate quand les coussins de mousse deviennent blanchâtres. Les fossés, même anciens et partiellement comblés de végétation, gardent encore en Fagne, quoi qu'on en pense généralement, une grande activité (voir Fig. 33 et 34).

Dans les conditions normales, sur la pente des tourbières, cette nappe aquifère se vide lentement, de soi-même, au profit des ruisseaux et de l'évaporation intense qui refroidit localement l'atmosphère. Il ne peut venir à l'esprit d'aucun observateur scientifique d'assimiler (on l'a fait en Belgique)

l'épaisseur vivante de la végétation des tourbières à une surface nue comme celle des steppes du Middle West américain (Prairies) que les Stations expérimentales étudient.

L'influence du drainage est d'épuiser dans un temps très court cette réserve aquifère. Ce serait une dangereuse illusion de croire que le drain en fagne peut enrichir un barrage. Il n'amènera jamais plus d'eau qu'il n'y en a dans la réserve, et, en dernière analyse, qu'il n'en est tombé sous forme de pluies.

Cette pratique est inutile puisqu'elle remplace par un autre l'excellent magasin d'eau que constitue le tapis végétal lui-même lorsqu'il est intact. De plus, elle est préjudiciable à la stabilité des équilibres écologiques de la région, puisqu'elle a pour résultat de supprimer à jamais la possibilité de reconstituer cette réserve d'eau si utile : 1) à cause des drains qui continuent à fonctionner ; 2) à cause des répercussions que la présence de ceux-ci provoque, apparition du *Molinietum*, altération des propriétés physico-chimiques de la tourbe sous-jacente ; 3) à cause des changements du climat local.

On ne dira jamais assez quelle perturbation subit le régime normal des eaux, dès que le tapis végétal d'une tourbière de pente est entamé. Un des cas les plus évidents d'altération est celui de la Soor, que le drainage a rendue torrentielle et dont les tourbières d'amont sont actuellement ravinée de canons impressionnants.

B. — LA TOURBE.

Le drain qui passe sur la tourbière intéresse la tourbe elle-même et pose un autre problème.

Dès l'ouverture d'un fossé, on constate que la surface de la tourbière s'affaisse nettement et sur une grande distance. Le colloïde lâche une quantité d'eau considérable, il se désimbibe et diminue de volume comme un gel de gélatine en voie de dessication. La sous-imbibition provoquée par le

drain produit un appel d'eau qui épuise peu à peu la tourbière tout entière (voir Fig. 33).

Fig. 32. — Schéma représentant le résultat de l'ouverture d'un drain : la nappe aquifère superficielle et l'eau circulant dans la tourbe s'épuisent ; le ravinement de toute la région se produit. On voit que le drain s'approfondit et creuse le sous-sol.

Quadrillé : le sous-sol argileux imperméable.
Traits horizontaux interrompus : la tourbe.

On voit au niveau de l'argile, les pierres de quartzites réviniens, et des souches d'arbres enracinées (Chênes, ou bien Aulnes). Des branches de Bouleaux s'aperçoivent dans l'épaisseur de la tourbe.

Les fossés recoupent en outre le réseau de circulation de la *nappe aqueuse* qui se vide très rapidement, librement, non plus sous forme de suintements dans les fissures compliquées de la masse tourbeuse. I's passent également par les ligne de sources et celles-ci, une fois ouvertes, laissent couler, à flot, les réserves d'eau des setch-champs qu'elles distri-

Fig. 33. — Fossé de drainage dans les fagnes du Ru de Polleur. Ce fossé a été nettoyé et approfondi. On voit la quantité considérable d'eau, dont il saigne tout ce vaste territoire.

(Photo R. Bouillenne).

buaient lentement aux tourbières, lorsque la végétation et la tourbe les encombraient (voir Fig. 32).

Il en résulte donc que les fossés de drainage ont pour effet de dessécher la masse de tourbe environnante, d'épuiser la nappe aquifère qui circule dans son épaisseur par élargissement des voies, d'ouvrir les sources de sommet et de les tarir.

La tourbe se transforme superficiellement en une croûte qu'on peut voir dans la tranche des tourbières exploitées ; cet aspect est dû à la transformation profonde que subit le complexe colloïdal tourbeux dont j'ai parlé. Cette croûte est devenue incapable de se réimbiber normalement et perd sa végétation caractéristique. Le *Molinietum* qui s'installe ensuite ne garde pas d'eau (voir plus haut, Fig. 25).

Dans ces conditions, l'évacuation immédiate des eaux météoriques a un effet mécanique très considérable sur les fossés eux-mêmes. En effet, naguère les eaux de la Hoëgne étaient normalement de couleur sombre, même après les pluies. Elles provenaient des tourbières encore intactes. Aujourd'hui, depuis la campagne de boisement de la commune de Sart sur le territoire de la Vecquée, les eaux de la Hoëgne sont devenues argileuses. Les fossés se sont approfondis et le sous-sol des tourbières mis à nu.

Je ne traiterai pas longuement cette action, bien qu'elle ait son importance et que je la considère comme dangereuse. On conçoit aisément que les parois d'un fossé, là où elles sont en tourbe, finissent par se laisser aller, s'effondrent et soient entraînées à cause de la vitesse de l'eau.

Celle-ci provoque une très large déchirure dans la tourbière et un approfondissement du fossé (Fagne Wallonne, Soor). Mais il faut avoir vu le creusement extraordinaire réalisé par l'eau dans les vastes surfaces des setch-champs pour se rendre compte du ravinement qui en résulte : la bonne terre est arrachée, les fossés sont élargis et approfondis, dangereusement. En vérité, en certains endroits, comme

dans les fagnes de Sart et le setch-champ qui se trouve en amont des tourbières de la Statte, c'est en très peu d'années (à peine 5 ans) que ce phénomène a pris une extension impressionnante. On ne peut plus nommer fossés ces sortes de canons, comme l'a très justement fait remarquer le Professeur A. Renier (voir Fig. 35).

La liste des fagnes ainsi transformées par le drainage serait trop longue. On peut dire que c'est la majorité à l'heure actuelle. Je signalerai seulement l'une d'elles, celle « des deux Séries » parce qu'elle est l'objet de diverses confusions graves.

Parmi les forestiers, l'on considère ce territoire comme une fagne ; mais, on sait bien qu'il n'est plus qu'un **Molinietum** presque pur : il est l'aboutissement d'une campagne complète d'assainissement suivie d'une plantation faite avant la guerre déjà (1). Ces bois ayant brûlé en 1911, on a pris la décision, si sympathiquement maintenue jusqu'aujourd'hui, de ne plus y reprendre de plantation d'**Epicéas.** Il s'agit en somme d'un **Molinietum** drainé dont les couches de tourbe sont depuis longtemps altérées jusqu'à une grande profondeur et qui ne fonctionne plus comme une fagne normale au point de vue du régime des eaux, ni par la nature de la végétation, ni par la qualité de la tourbe.

C'est ce territoire que l'on utilise pour démontrer l'insuffisance régulatrice des fagnes. L'on parle aussi souvent des coups d'eau qui sont observés après pluie à leur arrivée dans le lac de la Gileppe ! Je serai heureux d'apprendre quelles fagnes vierges pourraient être choisies comme responsables ; car, lorsqu'on examine le bassin hydrographique de la Gileppe, on constate qu'il ne comporte aujourd'hui aucune tourbière de dimension appréciable, sauf évidemment celles qui sont plantées et drainées.

RESUME.

Des considérations sur A et B, je conclus que le drainage d'une tourbière :

1°) dessèche la nappe aquifère importante qui séjourne

(1) Sauf certains carrés déjà délimités par les drains, qui furent, après 1905, considérés comme réserve de fagne.

dans l'épais tapis des associations végétales des fagnes et modifie la nature de ses associations utiles ;

2°) dessèche la tourbe et altère ses propriétés colloïdales vis-à-vis de l'eau ;

3°) vide la nappe aquifère qui circule dans et sous la tourbière et introduit dans la profondeur de celle-ci les mêmes causes d'altération qu'en surface ;

4°) continue à fonctionner aussi longtemps que le fond des fossés marque un abaissement du niveau hydrostatique ; lorsque la paroi des drains est partiellement couverte de végétations, celles-ci agissent comme une mèche (voir Fig. 32);

5°) fait disparaître rapidement un capital d'eau dont la distribution lente au bas des pentes donne aux ruisseaux un débit régulier. Les ruisseaux descendant des fagnes drainées (la Soor par exemple) ont tari pendant l'assez forte sécheresse de 1933-1934 et après les pluies ont manifesté des à-coups de régime ; ils ont donc acquis un régime torrentiel (voir Fig. 33);

6°) crée des modifications de structure telle que la tourbière drainée ne peut plus se saturer normalement par la pluie, ne peut plus régulariser le régime de l'eau et se comporte tout au plus à la manière d'un ensemble de fossés ;

7°) paraît être justifié par l'opinion que le rôle régulateur d'une fagne vierge au point de vue du régime des eaux est nul et qu'un régime forestier vaut mieux ; mais, les exemples choisis pour cette démonstration sont ceux des fagnes ruinées, comme s'il n'existait déjà plus de fagne vierge à examiner. Heureusement, que les écologistes ont pu encore en étudier quelques-unes. Ils relèvent la confusion et protestent contre cette erreur d'observation.

8°) a pour résultat paradoxal de détruire une réserve d'eau importante et équilibrée avant d'en rétablir une autre, celle que maintiendraient les plantations d'Epicéas ; car celles-ci exigent un vigoureux assainissement du terrain. En vérité, la campagne de plantation n'a d'autres mobiles qu'un rende-

Univ. of Arizona Library

ment économique que les fagnes, comme telles, n'ont pas ;

9°) ne pourra jamais donner au total aux rivières ou aux barrages une quantité d'eau supérieure à l'eau météorique qui est tombée sur la région considérée (moins le coefficient d'évaporation). Que l'on oblige les eaux de pluie à s'accumuler dans un lac ou qu'on laisse agir à son gré le tampon régulateur des tourbières naturelles ou même qu'on y substitue celui des plantations artificielles, le résultat sera le même au bout de l'année. Evidemment dans un lac, la réserve est immédiatement disponible et permet une consommation considérable à volonté, mais seulement, jusqu'à épuisement. Personne n'a jamais soutenu sérieusement qu'un drain amenait plus d'eau dans un barrage, qu'il n'y en avait dans le bassin hydrographique en question. Quoi que l'on fasse, on ne pourra jamais consommer plus d'eau qu'il n'en est tombé. On pourra uniquement s'illusionner au début d'une campagne de drainage, jusqu'au moment où les réserves seront épuisées (1).

Tout besoin d'eau supplémentaire nécessite des interventions d'un autre ordre : capter les eaux d'autres bassins hydrographiques ou bien, si c'était possible, provoquer des pluies plus abondantes.

10°) a réussi médiocrement dans le but assigné car, les peuplement de résineux, tous comptes faits, ne prospèrent pas sur une épaisseur de tourbe drainée qui dépasse environ 0 m. 50.

Ainsi donc, le drainage des tourbières exigé par le programme de la plantation de bois d'Epicéas n'est qu'un leurre ; car, il ne fait que remplacer un système naturel de régularisation du régime des eaux par un autre qui est artificiel et qui est loin d'être meilleur. Cette substitution s'est faite, jusqu'à présent, sous la poussée d'intérêts économiques, peut être légitimes, qui ont pour résultat non seulement de faire

(1) **L'énoncé qu'une tourbière vierge a moins de rendement en eau qu'une tourbière drainée est parfois mis en avant ; mais il n'a pas de sens, car il méconnaît ce facteur limite.**

Fig. 34. — Fossé de drainage coupant la végétation d'une tourbière. Les flancs du drain se recouvrent de Mousses diverses qui fonctionnent comme une mèche et vident la nappe d'eau superficielle retenue dans le tapis.
(Photo R. Bouillenne).

disparaître les tourbières, de ruiner les complexes biologiques caractéristiques du Haut Plateau ; mais aussi, de diminuer définitivement l'importance de la réserve des eaux de pluie et de leur capitalisation à un gradient élevé dans la tourbe, de transformer la qualité des eaux (acidité et absence de sels minéraux) qui sont nécessaires aux industries (lavage des laines, papier) et de rompre certains équilibres climatiques, forte évaporation du sphagnetum et refroidissement atmosphérique qui en est la conséquence. Ces conditions locales d'évaporation intense par une couverture végétale extrêmement dense et épaisse maintiennent sur toute la région des fagnes en concurrence avec l'altitude, une grande pluviosité moyenne.

Cette dernière conséquence est, à mon avis, très importante car, elle touche précisément à la valeur quantitative du capital hydrologique du plateau et mérite d'être traitée soigneusement.

Toutes ces considérations m'imposent de recommander aussitôt que possible la suppression du drainage dans les fagnes vierges et le comblement des fossés dans les fagnes assainies mais non boisées.

C. — LE CLIMAT LOCAL.

On a beaucoup discuté les caractéristiques du climat de la Baraque Michel. Les nombreuses discussions s'expliquent par la pauvreté de la littérature sur le sujet et le manque d'observations dignes de retenir notre attention.

On sait, grosso modo, que la température est relativement basse et la pluviosité grande : P. Polis (1889), Lancaster (1895), D. Vanhove (1902). Mais ces travaux furent l'objet de critiques serrées et sévères de la part de M. Vincent (1), dont les objections restèrent sans réplique ; car les cartes pluviométriques reposent sur des données incertaines pour beaucoup du fait qu'elles étaient fournies par des pluviomètres défectueux ou mal installés (E. Vanderlinden, 1927, Mém. Vol. II, Inst. Roy. Métér. de Belg.).

Depuis ces travaux anciens, Vanderlinden a publié le seul mé-

(1) **Vincent.** Bul. Soc. Belg. d'Astronomie, 1re année, nos 7 et 8.

moire dont j'aie connaissance, et donne les résultats des observations faites, entre autres, à Hestreux et à la Baraque Michel, ainsi qu'au Barrage de la Gileppe, au cours d'une période allant de 1910 à 1926. Les chiffres sont fournis par des particuliers bénévoles. Mais la surveillance de ces petites stations dispersées sur le pays fut insuffisante et la collaboration sujette à énormément d'aléas. J'ai vu personnellement des pluviomètres à robinet dont le robinet laissait à désirer. Ces stations secondaires n'ont plus été entretenues officiellement depuis par l'Observatoire d'Uccle ; mais le Département des Eaux et Forêts en a maintenu quelques-unes (Hestreux, etc...).

Les observations locales que la Station du Mont Rigi désirait entreprendre n'ont pu être réalisées jusqu'à présent parce que le laboratoire n'a pu obtenir l'électricité indispensable à l'enregistrement et au maintien en hiver d'une température constante permettant le bon fonctionnement des appareils et la fonte de la neige (avant de s'évaporer).

Vanhove (Etude pluviométrique du bassin de la Meuse, Mém. Acad. Roy. de Belg. **62**, 1903-1904) enregistre localement sur le flanc Sud-Ouest de la Baraque Michel une pluviosité annuelle moyenne supérieure à 1200 mm. d'eau. Nous n'avons aucun moyen de vérifier ce chiffre aujourd'hui. Car les observations plus récentes s'adressant à la même région ne peuvent pas leur être comparées puisque cette région a subi de profondes modifications au cours de ces 30 dernières années. L'auteur marque un second point de pluviosité dépassant 1200 mm. aux environs de Kalterherberg, et confirme que les précipitations sont inférieures sur le sommet voisin du Losheimerwald qui a la même altitude que la Baraque.

Vanderlinden au moyen de la série d'observations de 1910-1926 constate deux régions à pluviosité maxima avec des cotes de 1000 à 1250 et même plus ; celle de 1100 entoure les fagnes ; la cote 1187 se rencontre à la Baraque ; celle de 1200 marque un îlot de pluviosité extrêmement abondante situé au confluent de la Semois et de la Meuse, avec son centre de 1250 aux environs de Chiny (altitude de 436 m. seulement).

Nous sommes loin des chiffres maximum (1400) rapportés autrefois par P. Polis et Léon Fredericq pour la Baraque Michel ; de plus nous constatons, à côté des précipitations importantes correspondant aux altitudes des Hautes-Fagnes, un autre maximum très analogue en faible altitude, sur les régions des forêts et des fagnes de Chiny, de Chimay et de Charleville.

Le climat (température et pluviosité) du p'ateau est comme on sait la conséquence de l'altitude et de la position

géographique de l'Ardenne par rapport à la direction des vents dominants.

Ce n'est pas cette pluviosité qui est la cause de la présence des tourbières. L'existence des tourbières dans un endroit quelconque dépend de facteurs géologiques, historiques et biologiques autant que climatiques. (Sauf dans les régions à Toundras où les tourbières sont nettement d'origine climatique par suite des conditions extrêmes de température qui maintiennent le sol perpétuellement gelé en profondeur, ne laissant qu'une pellicule superficielle qui dégèle en été).

Les tourbières existent sous toutes les latitudes et les altitudes là où de l'eau est acide et forme des marécages permanents. En Belgique, les tourbières ne sont pas liées à l'altitude des fagnes car elles existent en Campine et en Hollande, à peu près au niveau de la mer. Elles ne sont pas liées à la pluviosité car nous en connaissons dans des climats plus secs, dans certains vallons mal drainés de la côte méditerranéenne (près de Banyuls). Elles ne sont pas liées à la température basse car nous en avons vu dans des climats très chauds et humides, sous l'équateur (Igapos d'Amazonie), installées dans des territoires d'eau stagnante.

Partout où les eaux sont permanentes, noires et acides, partout les cadavres des végétaux ne pourrissent pas et s'accumulent en tourbe.

En résumé, c'est l'imperméabilité du sous-sol acide dans un climat suffisamment humide qui est responsable de la présence des tourbières. La permanence de l'eau est obtenue sur les pentes du plateau de la Baraque Michel par le fonctionnement des sources de sommets.

Le point qui fut soulevé aussi bien pour la pluie que pour la température est que le climat des crêtes de la Baraque Michel apparaissait plus humide et plus froid que l'altitude ne le faisait prévoir à la latitude de l'Ardenne.

Cette anomalie climatique existe-t-elle encore ? Il ne semble pas qu'elle soit confirmée pleinement.

En ce qui concerne la pluviosité, elle est néanmoins généralement expliquée par le fait que les vents dominants chargés d'humidité rencontrent les sommets en quelque sorte de première main, tandis que les crêtes qui ont la même altitude mais qui se trouvent derrière la première ligne de montagnes par rapport à la direction du vent ont une pluviosité moindre (Losheimergraben). Cet argument semble à première vue pertinent. Cependant, il faut faire remarquer que les *vents dominants, au cours des saisons pluvieuses hivernales, viennent du Sud-Ouest à travers toute l'Europe occidentale.* (Observations et cartes du Prof. E. Alt, Berlin, 1932). Ces vents se sont donc heurtés à l'Ardenne de St-Hubert avant d'atteindre les crêtes de la Baraque Michel ; pourtant ils précipitent au-dessus des fagnes les maximums enregistrés. Pendant l'été, les vents dominants sont à l'ouest.

C'est à la température plus froide qui règne sur ces régions qu'il faut principalement attribuer l'importance des précipitations. Or, il apparaît, de la comparaison des chiffres donnés par P. Polis en 1900 et de ceux recueillis plus récemment, que l'anomalie climatique était plus appréciable il y a trente ans.

On nous permettra de relever qu'à cette époque, l'altération du plateau de la Baraque Michel n'avait pas atteint comme aujourd'hui les dernières zones intactes. Il y avait beaucoup moins de bois d'Epicéas et plus de tourbières vierges. Les raisons de cette anomalie doivent être naturellement recherchées en étudiant l'état de nature à l'époque où elle fut décelée. Il ne peut être question de discuter les résultats anciens par des observations faites récemment.

Je pense qu'on ne me refusera pas de considérer la large surface occupée par les tourbières actives en 1900 ; l'humidité et le froid que devaient dégager par transpiration ces vastes marécages tourbeux non drainés étaient certainement plus considérable qu'aujourd'hui.

En réalité, la localisation des grandes tourbières coïncide avec les terrains réviniens ou cambriens de l'Ardenne. S'il pleut anormalement sur le Révinien et le Cambrien, c'est parce que ces terrains portent des tourbières extrêmement humides et dont l'évaporation abaisse la température moyenne du lieu.

***

La question de savoir si les tourbières évaporent et transpirent plus ou moins d'eau que la forêt a été posée récemment et mérite que je m'y arrête brièvement.

D'un côté, la fagne n'est pas une surface d'eau nue comme un lac ; elle était recouverte autrefois, sans interruption, par une végétation serrée qui, pour les tourbières, reposent sur un substratum rempli d'eau. Cette végétation constituée principalement de Sphagnum à feuilles innombrables et microscopiques transpire très activement dans une mesure qui est, parmi d'autres facteurs, proportionnelle à la surface en contact avec le milieu. La comparaison avec d'autres organismes n'est possible que par rapport à une commune mesure, le poids sec de la matière vivante.

On constate ainsi qu'un gramme de tissus secs de Mousses avec ses milliers de petites feuilles présente infiniment plus de surface active qu'un gramme sec d'un arbre ou d'un arbuste dans lesquels se trouvent, en même temps que les feuilles, des tissus de soutien particulièrement lourds.

Si l'on prend le poids sec de mousse équivalent au poids sec total d'un seul arbre adulte, on se rendra compte que ce poids sec correspond à une étonnante quantité de végétaux étalés dans le milieu et transpirant. (Les chiffres seront publiés ailleurs.)

D'un autre côté, les brins de mousses serrés les uns contre les autres font mèche et par temps sec, attirent l'eau du substrat vers la surface. Là se produit une évaporation qui, dans la tourbière normale, n'est ralentie par aucune modification de la surface de la tourbe, et qui est fortement accrue par l'absence d'arbres qui formeraient écran au vent.

Les formules comme celle de la loi de **Dalton**

$$V = K\,(F - f)\,\frac{760}{P}\,S.$$

qui, en physique donne une mesure de l'évaporation, ont été calculées en atmosphère immobile et ne sont pas applicables dès qu'il y a déplacement d'air ; de plus, elles ne correspondent pas au phénomène physiologique de la transpiration. Cette transpiration, qui est sous la dépendance d'un grand nombre de facteurs, est extrêmement difficile à évaluer non pas tant dans les expériences de laboratoire sur des fragments de plantes ; mais surtout dans les conditions naturelles sur des plantes entières non blessées pour lesquelles interviennent le problème de l'approvisionnement en eau par les racines et celui de la structure des tissus conducteurs.

En ce qui concerne ce dernier point de vue, la vitesse maximum avec laquelle l'eau peut passer dans une tige conditionne nécessairement la possibilité de transpiration par la cime (voir Fig. 36).

Je fais chaque année à mes étudiants la démonstration expérimentale qu'un Conifère comme **Picea excelsa,** pour un même diamètre de tige et dans les mêmes conditions de temps, de pression d'eau et de température, ne permet pas un passage d'eau aussi rapide qu'un chêne ou qu'un hêtre et, encore moins qu'une liane. Par conséquent, les structures anatomiques limitent la perte d'eau proportionnellement à leurs caractéristiques spécifiques. Pour les tapis de Sphagnum cette limitation n'existe pas : la perte d'eau au contraire est amplifiée par la multiplicité des surfaces des feuilles exposées à l'air et par la facilité pour l'eau de monter par capillarité.

Il n'existe pas pour notre pays de mesure expérimentale qui précise directement les valeurs comparatives de la transpiration et de l'évaporation en fagnes et en forêts. Mais les considérations précédentes corroborent certains faits d'observation courante comme la sensation de crudité que l'on a, sur les tourbières, comme sous les verts ombrages d'une forêt de chênes ou de hêtres et que l'on n'a pas dans les bois de sapins.

Bref, on peut émettre l'hypothèse qu'il y a trente ans, l'anomalie climatique du Haut Plateau de la Baraque Michel quant à la pluviosité et la température, différentes de celles que font prévoir l'altitude et les conditions géographiques de la région, étaient en rapport avec la vaste étendue des tourbières vierges, gorgées d'eau et refroidissant localement l'atmosphère par leur très intense évaporation.

CHAPITRE IV.

Examen et Discussion des Mesures à prendre pour la Préservation de la Nature dans les Hautes-Fagnes.

Les considérations développées plus haut montrent de manière saisissante comment la région des Hautes-Fagnes subit de profondes altérations. La vitesse avec laquelle s'étendent les symptômes de sa disparition prochaine comme faciès naturels en équilibre, ne laisse pas d'inquiéter ceux qui s'en aperçoivent.

Si d'ici peu d'années un système coordonné d'interventions n'est pas établi, il sera trop tard.

Je préconise, à la fin de cet ouvrage, l'institution de la région délimitée p. 63, en Parc National, sous la direction permanente de cinq personnes compétentes qui seront responsables devant une large commission et qui statueront suivant les directives d'un plan d'ensemble promulgué par décret.

Ces directives seront dictées par la nécessité de sauver les éléments biogéographiques encore existants et de restaurer ceux qui sont altérés.

Dans la région délimitée, les constituants biologiques flore et faune, ainsi que les éléments géographiques et géologiques sont interdépendants les uns des autres. La transforma-

tion de l'un d'eux déclanche des ruptures d'équilibre et l'altération des autres. Ainsi la dessication de la tourbe détermine la disparition de la flore des fagnes et par voie de conséquence l'appauvrissement de la faune qui se nourrit des fruits de cette flore.

Si l'on veut réellement obtenir un Parc National digne de ce nom, deux sortes d'interventions sont nécessaires :

1°) Conserver à tout prix ce qui reste de territoires non défigurés ;

2°) Entreprendre la restauration des parties transformées.

Cette politique doit envisager les trois faciès caractéristiques de la régions, landes, forêts, tourbières.

1. — LES LANDES.

Les landes étaient autrefois abondamment représentées, d'après les renseignements que j'ai personnellement recueillis. Elles colonisaient les terres sèches et limoneuses de certains setch-champs et s'étendaient plus ou moins sur des zones où la tourbe n'était pas celle d'un « Hoch-Mohr » et n'avait pas plus de 0 m. 50 d'épaisseur environ.

Il n'est plus possible aujourd'hui de retrouver un seul endroit de landes intactes, par suite ou bien des plantations de résineux, ou bien de la pâture et du fauchage qui jusqu'aux environ de 1900 furent pratiqués très largement. En effet, dans ce dernier cas, la surface du *Nardetum* (faciès prairie à *Nardus stricta*) a dû s'agrandir aux dépens de la végétation arbustive de la lande qui ne peut supporter d'être souvent coupée au ras du sol.

Cependant les quelques lambeaux qui existent encore (Haut Bayehon, Botrange en bordure des bois, Planeresses, Vecquée, Grande Fange de Jalhay, Fange Lambotte, etc...),

Fig. 35. — Fossé de drainage créé en vue de la plantation d'Epicea, en bordure du coupe-feu que l'on voit ici, à droite. Originairement, ce fossé avait 0,50 m. de profondeur, comme celui de la Fig. 37. Il est devenu un ravin élargi, affouillé par les eaux et creusé jusqu'à 2 m. de la surface. (Examinez le personnage debout dans le fossé.)

(Photo J. Moureau).

comparés les uns aux autres, m'ont permis de reconstituer approximativement ce que devait être la végétation de la lande fagnarde en dehors des « Hoch-Mohr » : Dominance d'arbustes et de sous-arbustes : *Calluna vulgaris, Erica tetralix,* avec massifs de *Vaccinium Myrtillus, V. Vitis Idaea, V. uliginosum, Sarothamnus scoparius, Juniperus communis,* etc... divers arbres de petites tailles (voir Fig. 11).

Les rapports entre cette lande et la forêt de feuillus sur terre saine ne peuvent être élucidés dans les conditions actuelles ; mais, il est bien probable que ces deux types d'associations sont liés par des phénomènes de successions phyto-sociologiques. Ceux-ci seraient très intéressants à connaître pour l'installation progressive des équilibres microclimatiques qui stabilisent les forêts de chênes ou de hêtres ou plus exactement les forêts mélangées primitives qui, nous en avons la certitude, ont vécu en plusieurs points du plateau.

Le faciès des landes doit être laissé libre de se reconstituer dans les endroits adéquats.

Cette recolonisation ne pourra se faire qu'après la disparition des bois d'Epicéas et des grands fossés de drainage.

En effet, le drainage des zones de terre ferme qui séparent plusieurs séries de tourbières a nécessairement prolongé celui de la tourbe.

Ces zones sont donc elles aussi traversées par les quadrillés de drains d'importance et de profondeur diverses. Les grands fossés sont généralement tracés en ligne droite. Ils reçoivent de toute la surface drainée l'afflux brusque des eaux de pluie à peine retenues dans le *Molinietum* et dans les jeunes plants d'Epicéas (voir Fig. 25, 26, 37).

Ces drains ayant pour résultats graves d'abîmer les terrains perméables constituant les setch-champs, de vider rapidement leurs nappes phréatiques, de tarir les sources bref, de donner le caractère torrentiel à l'évacuation des eaux du Plateau, *doivent absolument être remblayés ou interrompus par des vannes.*

2. — LES FORETS.

Le domaine forestier des Hautes-Fagnes est à l'heure actuelle constitué en majeure partie de plantations de Conifères. Mais cependant, il comporte encore des forêts de feuillus ; celles qui sont établies sur tourbe : forêts de Bouleaux et d'Aulnes ; celles qui couvrent la terre ferme des setch-champs divers : forêts de Hêtres ou de Chênes.

Ces forêts ne sont pas complètement naturelles. Elles sont soignées et exploitées par les services forestiers du Gouvernement dans les territoires des Domaines ; elles constituent les revenus des Communes et des particuliers ; leur organisation s'inspire des conseils techniques à but économique.

En somme, ici comme ailleurs, l'utilisation ancienne et progressive des forêts européennes fait disparaître les peuplements primitifs (qui existent encore dans les Parcs Nationaux de Pologne et sur les flancs des Carpathes).

Les forestiers mirent au point un système de culture artificielle d'arbres en carré, d'une seule espèce généralement (Résineux, Hêtres, Chênes) qui caractérise depuis longtemps la plupart des paysages de chez nous. Ils établirent ainsi une connaissance approfondie de ces problèmes, un statut de plantation et d'exploitation, un personnel solidement formé et un enseignement précieux sur les moyens techniques d'obtenir les meilleurs rendements.

Dans le cadre d'un Parc National, ces directives ne peuvent plus être préconisées. Il ne s'agit pas d'un rendement économique. La permanence assurée des associations végétales y a beaucoup plus d'importance qu'une plantation artificielle d'arbres.

Un grand nombre de forestiers ont compris qu'à côté d'un programme de rendement, applicable généralement, il convient de songer qu'à certains endroits, les forêts domaniales et communales ont un rôle scientifique et social. D'autres,

dominés malgré eux par l'idéal économique, n'ont pas compris cet aspect récent du problème et y sont réfractaires.

Cependant, ils doivent se rendre compte qu'ils ne peuvent se comporter comme s'ils possédaient la terre, mais qu'ils ont seulement une délégation et que celle-ci peut changer de sens.

Dans le domaine de la Réserve, il faut, pour les forêts de feuillus, abandonner la technique des cultures artificielles ; il faut rendre à ces forêts l'aspect et les équilibres naturels.

Cette expérience se fera scientifiquement sous le signe de l'écologie ; les relations entre forêts, fagnes, animaux et milieux seront étudiées, surveillées. L'importance pratique de zones forestières non cultivées et vierges sera reconnue. Un statut permanent sera établi clairement pour empêcher le retour des exploitations de bois, pour surveiller les conditions naturelles et organiser le tourisme.

A. — PEUPLEMENT DE RESINEUX.

Ces forêts sont d'âges très divers ; elles correspondent à la progression des plantations. Les plus anciens peuplements sont souvent installés sur de bonnes terres (celles de certains setch-champs comme celles de la crête Baraque Michel-Botrange, de Clefay, etc...) ; les autres, et c'est la majorité, végètent sur de la tourbe d'épaisseur variable qui dut être assainie préalablement. Les résineux fixés sur plus de 0 m 50 de tourbe laissent généralement à désirer. (Fig. 38).

L'aspect sous lequel se présentent ces cultures d'arbres est artificiel dans toute l'acception du mot. Celui qui a eu le bonheur de voir à l'état naturel des forêt mélangées de conifères et de feuillus est navré de ces carrés d'arbres serrés au pied desquels, dans une ombre épaisse, a disparu toute trace de vie végétale. Je ne nie pas que certains coupe-feux aient grande allure et que des groupes d'Epicéas dispersés dans l'étendue d'une fagne soient admirables. Mais, dans une

réserve naturelle, le type de plantation industrielle actuellement utilisé ne peut subsister (voir Fig. 39).

Les résineux qui ont été plantés avant la création du Parc National des Fagnes soulèvent diverses questions importantes concernant leur avenir et leur remplacement.

Leur avenir, à notre avis, doit être réglé **selon la tradition,** peu à peu, au fur et à mesure de l'exploitabilité des arbres, de telle manière que les capitaux en jeu ne soient pas lésés.

Le remplacement de ces arbres, doit se résoudre **en dehors de la tradition.** Les végétations qui succéderont aux résineux feront l'objet d'études écologiques attentives et dans chaque cas particulier, les décisions tiendront compte des buts supérieurs scientifiques et sociaux qui président à l'organisation d'une réserve nationale. On s'en référera à un plan d'ensemble nouveau qui diffère de celui qui a fonctionné jusqu'à présent, dont le but principal a été d'établir une excellente police de la production du bois.

Cette politique nouvelle n'est évidemment applicable que dans les limites de la réserve des fagnes. A l'intérieur de ces limites, le remplacement de résineux sera différent d'après la nature des terrains. Je distinguerai :

1°) les plantations faites sur tourbières. Celles-ci, en aucun cas, ne seront remplacées après leur exploitation normale. Nous savons d'ailleurs que dans ces conditions, elles prospèrent difficilement. La tourbière sera rendue à son régime ancien dans l'espoir qu'elle pourra récupérer tout au moins en partie son imbibition et sa végétation (**Sphagnetum, Callunetum, Betuletum**) ;

2°) les plantations faites sur terrains de landes qui, par places, peuvent être légèrement tourbeux. Dans ce cas, selon les endroits, ou bien une lande sera reconstituée dont le faciès correspondra si possible avec les landes primitives à **Juniperus** et Genêts ; ou bien, une forêt avec peuplements mélangés de résineux et de feuillus divers sera essayée ;

3°) les plantations établies sur terre saine et limoneuse de certains setch-champs. Ici, la reconstitution de futaies de Hêtres et de Chênes doit être tentée en tenant compte des exigences nouvelles (voir plus loin).

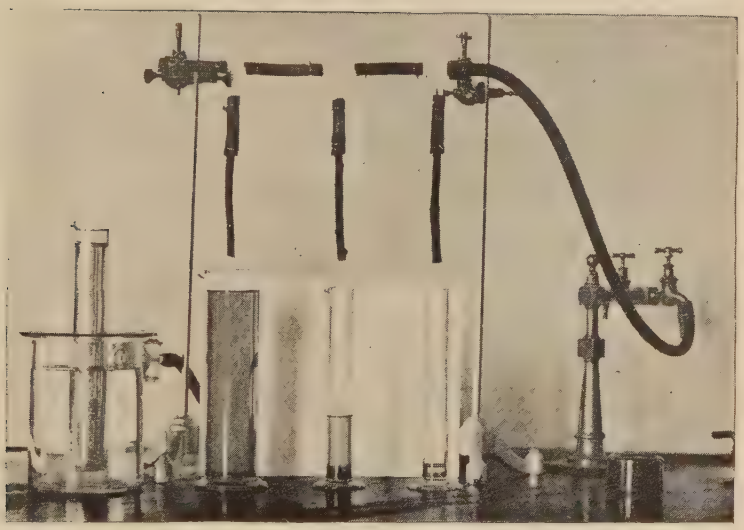


Fig. 36. — Expérience sur la vitesse de passage de l'eau venant des racines, à travers les tiges. Les 3 tiges sont comparables en longueur et en diamètre. Elles diffèrent par la structure des tissus vasculaires. De gauche à droite : une liane, Aristoloche ; une branche d'arbre feuillu, Chêne ; une branche de résineux, Epicea.

L'eau est poussée dans les tissus par la pression de la distribution, régularisée par une colonne de mercure, à l'extrême gauche du cliché. On constate les quantités d'eau qui ont passé à travers ces tiges, après deux heures. Dans l'éprouvette de l'Epicea, il n'y a que bien peu d'eau. Il doit être bien entendu qu'une plante ne pourra transpirer que la quantité d'eau qui aura pu passer dans les tissus de sa tige. D'où le Chêne est susceptible dans le même temps de transpirer environ 5 fois plus que l'Epicea (la liane infiniment plus encore). (Photo R. Bouillenne).

B. — FORETS DE HETRES ET DE CHENES.

Quelques forêts de Hêtres existent dans les limites de la réserve. Elles sont généralement très belles. Elles ressemblent à celles qui font la gloire des environs de Spa et que l'on doit là à l'intelligence avisée des services forestiers qui les ont établies et soignées malgré les Edilités de la Ville qui préféraient naguère le rapport des bois d'Epicéas.

Autour de Spa, l'on a bien compris que la forêt avait, outre sa raison d'être économique, un rôle spectaculaire. Elle est incontestablement attirante et les promeneurs de cette intéressante ville ne laissent pas de se féliciter de son aménagement, de ses points de vue, de ses sentiers améliorés et entretenus.

Les forêts de Hêtres de la réserve des Fagnes (Hertogenwald, Roerbusch) sont du même type de peuplements ; mais elles ont été considérées seulement du point de vue technique et par conséquent ne possèdent que les voies d'accès nécessaires à l'exploitation et c'est tant mieux !

Qu'on ne me fasse pas dire que je préconise d'introduire dans un parc national une politique d'aménagement pour touristes en toilette. Les visiteurs des forêts d'une réserve naturelle viennent chercher autre chose qu'une lente promenade le long de jolis sentiers ; ils veulent une autre atmosphère; ils veulent aussi s'instruire.

Immédiatement après la guerre, le spectacle du Roerbusch était inoubliable. Les visiteurs, que M. Léon Fredericq et moi, y avons conduits étaient saisis d'étonnement et d'intense émotion, non pas que les arbres fussent beaux en eux-mêmes (rien ne peut égaler la majesté de ceux de la forêt de Soignes qui, selon moi, sont les plus beaux du monde) mais, le complexe forestier y avait ce quelque chose d'impressionnant et de primitif que devaient dégager autrefois les forêts de

l'Ardenne où se réfugiaient les aurochs : troncs morts étendus sur le sol, pourrissant et moussus, souches encore debout, cassées, creusées de trous où nichaient de nombreux oiseaux et insectes, arbres de tailles et de formes variées, d'âges différents dont les troncs sont couverts d'épiphytes, avec des clairières naturelles très riches en espèces végétales belles et rares ; aspects variés, inattendus, dramatiques de végétations en lutte les unes avec les autres. Evidemment, cette forêt qui fut entretenue avant guerre et délaissée pendant quelques années ne possédait pas, comme elle aurait dû pour parfaire le tableau que je viens d'évoquer, les essences vicariantes (arbres ou arbustes) qui accompagnent normalement une forêt naturelle. Mais elle était quand même très belle.

Je n'ai vu en 1923-1927, personne qui ne fût sensible à l'émotion qui s'imposait dans cette sorte de sanctuaire où le jeu libre des forces naturelles se laissait entrevoir ; même des étudiants en vacances n'ayant aucun envie d'austérité se sont laissé prendre et traversèrent le Roerbusch dans un silence religieux. Si l'on songe, qu'à cette époque, passaient dans les sous-bois des biches et des chevreuils peu farouches, que des pics noirs, mystérieux et gros oiseaux, se laissaient voir et entendre et que, dans le ciel des clairières, planaient de grands buzards, on se rendra compte de l'effet à grand spectacle qui, brusquement, plaçait le citadin dans le monde, inconnu de lui, des plantes et des bêtes.

Depuis, ayant été jardinée sur toute sa surface, cette forêt a perdu de son intérêt ; de plus, sous les hêtres on a introduit, récemment et par places, des jeunes plantes d'Epicéas. Il est surprenant de constater que ces forêts de Hêtres sont systématiquement remplacées par des Epicéas. En effet, elles ne sont pas séniles ; les clairières se repeuplent spontanément de jeunes hêtres vigoureux. On ne comprend pas la raison de cette intervention simpliste qui détruit le naturel pour imposer des plantations viables seulement artificiellement. Peut-être l'influence de notions très obscures et très anciennes de sénilité persistent-elles encore, datant du début de la deuxième moitié du XIXe siècle, lorsque les arboricul-

teurs étaient imbus, comme les agriculteurs, de la nécessité de renouveler leurs cultures à l'aide de semences d'origine septentrionale (voir Fig. 39).

Les forêts de chênes dans la future réserve sont de surface réduite et peu nombreuses. Je ne m'étendrai pas longuement sur leur aspect actuel. Elles sont considérées comme des capitaux qui doivent principalement produire l'intérêt. Il en est cependant, comme le Geitzbusch, dont l'aspect est heureusement très nature. Les considérations générales exposées à propos des Hêtraies s'adressent également aux chênes. Il résulte pour ces forêts que les terres saines du plateau de la Baraque Michel, celles qui portent déjà des feuillus et celles qui les recevront après enlèvement des peuplements transitoires de résineux, subiront certaines modifications d'aspect pour satisfaire au programme de la réserve. Elles ne porteront plus des peuplements unispécifiques, artificiels et monotones ; leurs faciès devront contraster avec le spectacle des forêts cultivées.

Le faciès actuel imposé par les seules nécessités de production de bois ne sera donc pas maintenu ; cependant, à mon sens, il ne s'agit pas purement et simplement de laisser aller les choses à l'abandon ni d'intervenir par des plantations d'arbres étrangers comme dans un jardin public. Il s'agit, en vérité, d'étudier, aux multiples points de vue qui se feront jour, la possibilité d'une restauration du faciès des forêts naturelles des régions tempérées, correspondantes à nos régions : il est fort probable que cette reconstitution se fera d'elle-même. Dans tous les cas, c'est une question d'expériences qu'il n'est pas opportun de traiter ici. Cette restauration doit donc s'inspirer des exemples de forêts spontanées qui existent encore en certains points des Alpes, des Carpathes, etc... Ces forêts sont plurispécifiques ; elles comportent en mélange des futaies de hêtres, de chênes, érables, tilleuls, de divers résineux, etc..., sur des sous-bois où parmi des arbustes d'espèces variées se trouvent les jeunes, à divers âges, des grands arbres ; elles manifestent des phénomènes de clairières et de rajeunissement par l'action naturelle des insectes et des champignons ; elles établissent et maintiennent dans les zones qu'elles occupent le microclimat qui est favorable à leur développement vigoureux et à leur stabilité.

De plus, ces forêts nouvelles seront traitées, surveillées aux points de vue biologique, phytopathologique avec des soins analogues

à ceux donnés aux cultures d'aujourd'hui ; elles seront défendues contre le feu, le ravinement éventuel, l'excès d'humidité pendant les phases de leur constitution. Je crois qu'une telle intervention peut réussir si elle est organisée avec prudence en tenant compte des données de l'écologie.

D'ailleurs, beaucoup de forestiers en arrivent aujourd'hui à préconiser des peuplements mélangés à l'instar des forêts naturelles et conçoivent très judicieusement que la stabilité de celles-ci dépend des conditions de milieu souvent strictes qui s'équilibrent entre elles. La difficulté est d'analyser ces équilibres et d'en installer les composantes.

Ainsi donc, sur les terres saines de la Baraque Michel, *la première phase* que j'aperçois est la restauration progressive d'un faciès forestier complexe le plus rapproché possible des forêts primitives, observables dans les pays voisins.

La deuxième phase est de beaucoup la plus délicate : car, elle pose le problème tout entier des réserves forestières intégrales, c'est-à-dire des réserves où, quoi qu'il arrive, on n'intervient pas. En effet, il s'agit de savoir quel sera le mode d'intervention du Comité directeur de la réserve lorsque ces forêts seront reconstituées depuis un certain temps. Personnellement, je ne crois pas qu'il soit possible ni même souhaitable d'appliquer, à la région forestière tout entière, le statut des réserves intégrales qui fonctionne entre autres en Suisse (Parc de l'Engadine), en Pologne, en Italie, etc..., et surtout dans les régions peu peuplées des Etats-Unis (divers grands parcs nationaux) ou d'Afrique (Parc National Albert au Kivu, Krüger National Parc en Rhodésie).

Je ne pourrais accepter non plus le système utilisé dans les forêts françaises qui sont des réserves d'acclimatation, avec embellissement touristique plutôt que des réserves naturelles vraies. Ce système français conviendra pour les forêts des environs de Spa.

Il faudra laisser complètement intactes certaines forêts mélangées de feuillus particulièrement écartées, pour permettre une vaste expérience d'Ecologie où les biologistes

Fig. 37. — Fossé de drainage récemment pratiqué dans le limon d'un setch-champ, près de Botrange. Ces fossés n'ont pas plus de 0,50 m. de profondeur, d'après la technique habituelle.
(Photo R. Bouillenne).

et les forestiers trouveront des matériaux d'étude extrêmement intéressants.

Si, à la longue, le climax forestier change et si la forêt dépérit, il faudra laisser jouer les facteurs naturels. A cette condition seulement, les exigences scientifiques d'une réserve seront satisfaites.

Une autre partie du domaine forestier sera surveillée et traitée de manière à maintenir les faciès de futaies mélangées à régénération naturelle.

C. — CONCLUSIONS.

Je résume en précisant :

1°) que la délégation dont les forestiers furent chargés autrefois pour rétablir la couverture forestière spoliée et régulariser le régime des eaux, mandat dont ils se sont acquittés avec un admirable succès, doit faire place, *dans les forêts et les landes de la réserve nationale* à une délégation nouvelle ;

2°) que la délégation nouvelle doit satisfaire : d'une part, aux exigences de la collectivité qui a droit à se récréer et à s'instruire dans des paysages forestiers maintenus aussi intéressants que possible par leur faciès naturel ; et d'autre part, aux nécessités des études d'écologie expérimentale que savants et forestiers réaliseront ;

3°) que, dans ces conditions, le statut purement économique des forêts doit changer et qu'un statut scientifique et social doit être établi ;

4°) que les forêts commerciales de résineux unispécifiques en carrés ne pourront être renouvelées après leur exploitation normale ; celles qui étaient introduites sur tourbières disparaîtront ; celles qui étaient sur terre de landes plus ou moins tourbeuses seront remplacées selon les conditions locales par des forêts mélangées ou par des landes ; celles enfin qui,

étaient installées sur bonne terre, feront place à la progressive restauration des belles forêts mélangées de l'Ardenne primitive comme je le préconise depuis 1924 et comme beaucoup de forestiers sont près de l'admettre aujourd'hui ;

5°) que ces forêts restaurées seront soignées, surveillées, étudiées dans le but de les stabiliser et d'en rendre les peuplements sains et vigoureux, mais qu'un assez vaste bloc de ces forêts sera délimité qui constituera comme pour les tourbières et les landes, le champ d'étude d'une réserve intégrale.

3. — LES TOURBIERES.

Les considérations, développées au chapitre III, sur la nature de la tourbe, sur son rôle considérable comme régulateur du régime des eaux et comme support d'une flore très particulière, dictent impérieusement les décisions à prendre.

Actuellement, toutes les tourbières du Haut Plateau sont parcourues par des drains, moins nombreux il est vrai que les parties plantées de pessières.

Cependant, ces drains ont pour résultats de transformer les associations végétales de surface plus ou moins complètement.

Certaines tourbières ne sont pas définitivement altérées (Fagne Wallonne, Fagne de Clefay, etc...). *Il faut d'urgence en supprimer les drains : les combler ou les interrompre par des vannes nombreuses.*

La majorité des tourbières sont déjà arrivées à la phase régressive du *Molinietum* (voir p. 68).

Pour celles-ci, le remède indiqué ci-dessus est le seul possible. Mais nous ne sommes pas assurés de son plein succès ; et, en tous cas, la restauration de ces fagnes dans leur état naturel sera lente.

Les tourbières qui sont actuellement occupées par des

plantations d'Epicéas seront envisagées selon l'état des plantations qui les couvrent.

Avant que ces tourbières puissent être rendues à leur faciès primitif de fagnes, le sort des résineux devra être réglé d'après les directives exposées au paragraphe, peuplement de résineux. Pour certaines fagnes toutefois, (parties de la Fagne Wallonne par exemple), qui viennent d'être plantées de jeunes Epicéas, il faut admettre la suppression immédiate de ceux-ci. (Ils peuvent être vendus comme arbres de Noël). En effet, leur situation au milieu d'une grande fagne est désastreuse à tous points de vue.

4. — LA FAUNE.

Sur le plateau de la Baraque Michel, la situation de la faune est peu sujette à controverses. La vie des herbivores, rongeurs, oiseaux, est soumise aux nécessités de la chasse. Les batraciens, reptiles (lézards), insectes et poissons suivent les évolutions de la végétation, de l'hydrologie et des animaux prédateurs, notamment les oiseaux.

A l'heure actuelle, le gros gibier et certains oiseaux sont surveillés, entretenus, nourris pour le plus grand plaisir de la chasse. Ce sport agréable est, de nos jours, devenu nécessaire car, il remplit le rôle autrefois tenu par les animaux prédateurs, qui ont disparu. Mais il opère une sélection artificielle des populations animales. Favorisant certaines espèces, détruisant systématiquement d'autres, il déplace des équilibres naturels utiles et par conséquent est incompatible avec le programme d'une réserve.

Dans ce paragraphe, les oiseaux seront traités séparément par *M. Alfred Van Beneden*, spécialiste en ornithologie, qui a bien voulu présenter ses opinions personnelles et que je remercie très vivement pour son exposé excellent et documenté.

A. — CHASSE, TENDERIE, PATURE, PECHE.

Dans la réserve, la chasse et la tenderie seront donc interdites, les animaux prédateurs ne seront plus comme aujourd'hui exterminés au fur et à mesure de leur apparition. Ils reprendront le contrôle des herbivores et des rongeurs. On a constaté d'ailleurs qu'au total, ils suppriment moins de bêtes qu'une battue et que les chasseurs bénéficient généralement dans les territoires riverains des réserves d'une surabondance de gibier ; à la faveur des refuges et de la protection dont ils jouissent, les animaux se multiplient malgré les prédateurs.

Beaucoup d'animaux de la faune belge sont en voie de disparaître bien qu'ils soient encore peu connus au double point de vue de leurs caractéristiques spécifiques et de leurs mœurs (petits animaux, rongeurs, etc...). Combien d'autres, dont les populations étaient abondantes sont très menacées ou ont été détruites par les abus de la chasse et de la tenderie : Grand Duc, Grand Coq de Bruyères, Cigogne, Martre, Loutre, etc... La Caille, qui n'était pas menacée chez nous, a cependant disparu.

N'oublions pas le Castor qui était commun au Moyen-Age (voir éthymologie de Bevercé, *anglosaxon Beavers*).

La question des insectes (Papillons : *Colias Palaeno, Erebia medusa, Erebia lygia, boréalis,* etc...) est étroitement liée au maintien de la flore typique des landes et des tourbières. L'exemple de la chenille du *Colias* qui se nourrit exclusivement des feuilles de *Vaccinium uliginosum* est trop bien connu pour que j'insiste et le statut qui protégera la flore aura sa bienfaisante répercussion sur l'existence de ces espèces intéressantes.

Les insectes nuisibles xylophages et entomophages méritent une mention toute spéciale. A mon avis, ils ne peuvent être laissés libres de toute surveillance. Il conviendra d'en contrôler le nombre, de les détruire non seulement pour éviter les ravages à l'intérieur de la réserve qui est trop petite

pour supporter les contre-coups d'un envahissement toujours possible, mais encore par souci de dégager les cultures et les forêts environnantes de tout danger.

B. — CONCLUSIONS.

D'une manière générale, nous considérerons la réserve nationale des Hautes Fagnes comme terre de refuge à l'abri de toute entreprise cynégétique, où les animaux indigènes trouveront un gîte sans danger et où les oiseaux migrateurs pourront se reposer en certains endroits de prédilection qui seront interdits aux touristes, où les herbivores offriront aux promeneurs émerveillés la grâce de leurs courses à travers fagnes et lisières et viendront brouter, peu farouches devant le public, en été l'herbage de certains pâturages spéciaux et en hiver, le fourrage en supplément.

Mais, la Direction du Parc aura l'obligation d'observer très attentivement l'évolution de ces populations animales, de manière à maintenir les équilibres entre prédateurs et non prédateurs. Elle aura liberté de décider, après études, le sens de son intervention, par exemple contre certains herbivores ou rongeurs si ceux-ci deviennent trop nombreux et provoquent des dégâts sur la végétation par leur pâture excessive, ou bien encore contre certains rapaces s'ils arrivent à pulluler. Elle pourra d'autre part, prendre des mesures de protection spéciale pour des animaux rares ou délicats dont les endroits de reproduction ne doivent pas être dérangés, ainsi qu'on l'a fait en Suisse pour les marmottes, au Danemark pour les cygnes, les chats-huants, les martres, les blaireaux et les loutres et, en France, pour les oiseaux migrateurs qui faisaient halte dans la Camargue et qui, s'y trouvant bien, ont fini par s'y fixer ; au Canada pour les animaux que les trappeurs ont presque anéantis ; en Allemagne, à Memert, en Frise Orientale, en Islande.

Elle pourra également organiser un repeuplement éventuel de certaines espèces indigènes intéressantes, mais il ne

lui sera accordé en aucun cas d'introduire des espèces étrangères, à cause des conséquences résultant non seulement des hybridations, qui jetteraient la confusion dans la systématique des espèces, mais aussi des ruptures d'équilibres imprévisibles dont j'ai parlé plus haut (maladies nouvelles, pullulation insolite, etc...).

En ce qui concerne le bétail, troupeaux de moutons et de vaches, l'habitude est perdue en fagne de les faire paître sous la conduite de bergers. Dans certaines Réserves étrangères, ce point constitue la question la plus troublante et la plus difficile à résoudre, comme est, chez nous, celle des plantations d'Epicéas. Il n'y a pas lieu d'en discuter longuement ; car, il suffit de prendre les mesures nécessaires pour interdire le retour de cette libre pâture.

Enfin, les poissons sont devenus extrêmement rares dans la plupart des ruisseaux et rivières en Fagne. A ma connaissance, il n'y a que la Roer en aval de Sourbrodt et la Warche qui permettent la pêche. Je ne vois pas d'inconvénient à ce qu'elle continue à être pratiquée en ces endroits. Ce qu'il faut absolument prévoir, c'est l'éventualité de la pollution des eaux et les dispositions pour l'empêcher.

EN RESUME :

1°) D'une manière générale, la faune doit pouvoir s'enrichir par l'interdiction de la chasse et de la tenderie, par protection spéciale des lieux de reproduction ou par restockage en espèces indigènes ;

2°) les équilibres entre prédateurs et non prédateurs seront étroitement surveillés et les interventions seront strictement et étroitement motivées ;

3°) les lapins, les renards, les écureuils, certains oiseaux, les geais, les mordants, les corneilles noires ainsi que certains insectes nuisibles seront éliminés le plus possible ;

4°) aucune espèce étrangère ne pourra être introduite ;

5°) les animaux domestiques ne pourront paître en fagne, en forêt, ou dans les coupe-feux.

C. — ETUDE SPECIALE SUR LES OISEAUX

par M. Alfred VAN BENEDEN

Qu'il nous soit permis d'envisager ici au point de vue ornithologique la création d'un parc national en Fagne et de la réserve scientifique de la flore et de la faune à y établir.

L'étude approfondie des mœurs des oiseaux recommande instamment la création de cette réserve, qui serait un champ d'expérience pour les ornithologues présents et à venir. Songeons que l'ornithologie n'a guère pénétré dans les milieux universitaires de notre pays. Il manque des ornithologues qui seraient docteurs en zoologie. La création d'une réserve inciterait les étudiants à se spécialiser dans cette branche de la zoologie. En Hollande, il existe des Docteurs en ornithologie, sortis de l'Université de Leyde. Actuellement, si quelque ornithologue voulait réunir la somme de connaissances désirables pour procéder à des travaux d'ornithologie purement scientifique, il devrait aller se former, soit en Hollande, soit en Allemagne, soit en Angleterre, aux Etats-Unis ou en France.

Des stations expérimentales sont établies dans ces pays, en France notamment, à Buré d'Orval (Société ornithologique de France).

A titre documentaire, citons que des ornithologues de talent, **MM. Heim de Balsac** et **Jouard,** des Français, ont vu la nécessité d'obtenir le diplôme de docteur en sciences et l'ont conquis brillamment avec, pour thèse, des sujets purement ornithologiques.

En Belgique, l'avancement de la science ornithologique est évident. Il y a des ornithologues appréciés mais ils sont très rares, il leur manque des stations où ils pourraient faire des recherches biologiques à côté des études systématiques où ils sont cantonnés pour l'instant. Les recherches de cabinet sont essentielles certes, elles sont la base de l'ornithologie. Le Musée d'Histoire Naturelle possède, à cet effet, des collections s'amplifiant de jour en jour sous la haute direction de **M. Van Straelen,** avec la collaboration d'un ornithologue de grande valeur, **M. Charles Dupond,** de renom universel.

Les spécialistes ont au Musée d'Histoire Naturelle des matériaux ne le cédant pas à ceux dont bénéficient d'autres pays.

Une station de baguage fonctionne à Bruxelles depuis 1927 ; elle distribue des bagues destinées à être placées aux pattes des oiseaux pour l'étude de leurs mœurs, de leurs déplacements et de leurs migrations.

Cette station a répandu le goût de l'étude des oiseaux. Les résultats qu'elle a atteints au point de vue des migrations particulièrement sont remarquables. Ils sont à mettre en parallèle avec ceux obtenus par d'autres stations de baguage existant dans d'autres pays depuis plus de vingt-cinq ans .

A côté de ces recherches de grand intérêt, il y en a d'autres à faire sous le plan de l'écologie.

Dans ce domaine, la Fagne constituerait un terrain d'expérience unique grâce à son étendue, à la variété des associations végétales du Haut-Plateau peut-être même « grâce » à la pauvreté actuelle de sa faune avienne, ce qui laisse place à l'étude des moyens de la reconstituer.

Pour ne citer qu'un exemple, il y a des séries de travaux à promouvoir quant à la dispersion des espèces suivant les associations végétales de la Fagne.

Une station de baguage des jeunes oiseaux au nid et des oiseaux en migration de printemps et d'automne aurait devant elle une tâche absorbante. La station aurait sa justification même en hiver, où l'étude de l'influence des perturbations atmosphériques sur la faune en général est passionnante.

Fig. 38. — Fagne drainée avec Epicéas espacés, probablement de semis naturel, rendu possible par suite de la dessication des tourbières.
(Photo M. Bouillenne).

CONSIDERATIONS SUR LE STATUT ACTUEL DE LA FAUNE AVIENNE DES FAGNES ET DE LA REGION VOISINE OU SERA INSTALLEE LA RESERVE.

La fagne est pauvre en oiseaux quand on la compare aux bruyères campinoises.

Certaines espèces caractéristiques des landes y trouvent cependant leur biotope.

La partie de l'Hertogenwald à comprendre dans la réserve comporte d'une part, les espèces de la fagne, d'autre part, des espèces communes n'intéressant pas spécialement la présente étude.

Notre attention se porte sur les espèces typiques nicheuses ou celles ayant niché en Fagne, ou les espèces rares.

Les rapaces nocturnes sont assez rares. Les diurnes aussi. Pourquoi ? La destruction par les pièges à poteau — interdits — et par le fusil en est la cause. Souvent les femelles nicheuses de buses et de bondrées sont tuées sur leur nid.

Une protection rationnelle augmenterait le nombre des buses, **Buteo buteo,** des bondrées, **Pernis apivorus,** des éperviers, **Accipiter nisus,** des cresserelles, **Calco tinnunculus,** et des busards, **Circus pygargus,** en particulier.

Un couple ou deux d'autour des ramiers, **Accipiter gentilis gallinarum,** existent encore dans la forêt de l'Hertogenwald. Ils sont à protéger à cause de leur rareté et en dépit des ravages qu'ils causent parmi le gibier.

Le faucon pélerin, **Falco peregrinus,** exige des rochers pour nicher. Feu Laurent Coopman l'a signalé au rocher de Bilisse. Signalons, à cette occasion, le travail de Coopman sur les « Oiseaux de la

Région Subalpine », paru dans le Bulletin des Oiseaux de Verviers de mai 1927 à juillet 1928. Il s'y est occupé des oiseaux de la région de Spa et de Verviers. C'est un travail consciencieux d'un excellent observateur dont les notations ainsi que celles de feu **Albert Sacré** de Verviers ont été largement utilisées par feu le **Chevalier Van Havre** dans son ouvrage classique sur la faune belge - 1928. Je recourrai fréquemment ici aux indications de Coopman. Citons l'activité ornithologique remarquable de M. Léon Beaupain, Président de la S. O. E. B., de Verviers et des membres de cette société, dont beaucoup hélas disparus, Hens, Deru, Leclercq, Serp, qui contribuèrent, chacun suivant leurs aptitudes, à la connaissance des mœurs des oiseaux des Fagnes.

Signalons aussi l'étude remarquable sur la population ailée de l'Hertogenwald, de **M. Gustave Franck,** brigadier des Eaux et Forêts, à Hill-Eupen, parue dans le Bulletin des Tendeurs, d'avril 1928, étude qui reste exacte et auquel il convient de rendre un hommage mérité car elle a coûté beaucoup de travail et nécessitait avant tout un sens aigu d'observation. C'est un véritable recensement des espèces d'oiseaux fréquentant la forêt.

Le faucon pélerin peut revenir habiter la réserve des Fagnes ou ses abords. Il est l'ennemi juré des colombophiles mais nous ne voyons pas en cela une raison pour le faire disparaître totalement de notre faune. Il a niché au rocher de Marche-les-Dames. Il y est maintenant protégé puisqu'on ne peut plus y chasser. Il niche parfois à la Roche-aux-Faucons, à Esneux, et en quelques autres endroits dans les provinces de Namur et de Luxembourg. Cet oiseau garde ainsi quelques pied-à-terre en Belgique.

Le balbuzard fluviatile, **Pandion haliaetus,** est parfois tué dans la région des fagnes.

Le busard bleuâtre, **Circus cyaneus,** y a niché autrefois ; il pourrait y revenir. Le busard Montagu, **Circus pygargus** s'y rencontre assez fréquemment. Ces deux dernières espèces nichent couramment dans la Campine limbourgeoise, à une faible distance à vol d'oiseau. Les cresserelles et busards ont tendance à augmenter en nombre, par suite de la multiplication des souris et campagnols, surtout dans les zones à **Moliniea.**

Le grand-duc, **Bubo bubo,** exige aussi des rochers. Il a habité le rocher de Bilisse et les rochers de Binster, près du Pont-Guerrier, dans le bois d'Eupen.

Pour cet oiseau, l'essentiel est de le repérer dès son arrivée et de le protéger contre les coups de fusil. Cette espèce est excessivement rare. Il est pratiquement disparu de nos régions. Ces cris le font remarquer pour son malheur, quand il s'aventure chez nous. Aussitôt.

cent fusils s'arment pour conquérir le trophée. Il est encore nicheur régulier mais décroissant dans l'Eifel, l'Hunsrück et la Rhénanie.

Le faucon hobereau, **Falco subbuteo,** pourrait s'installer sur certaines cimes de l'Hertogenwald, à l'est de la Helle. Le milan royal, **Milvus milvus,** aussi.

La fagne voit les coqs de bruyère diminuer. La disparition de la bruyère y est sans doute pour quelque chose. Il importe de dire que c'est cependant une constatation générale en Ardenne, malgré l'interdiction du tir des poules.

Le grand tétras a été réacclimaté dans l'Eifel et a été observé dans notre Hardt, il y a quelques années. Il serait hautement intéressant de le fixer dans les parages du Grand Bongard, vers le Pannensterzkopf, par exemple. **Coopman** signale qu'« en 1904 le Gouvernement allemand avait remis en liberté quelques sujets dans les cercles de Düren et de Montjoie-Eupen. Mais aucun de ces oiseaux n'a été aperçu dans les environs des Fagnes et de l'Hertogenwald.

On a revu les derniers de ces oiseaux dans l'Eifel vers 1907. Un garde allemand au service de l'occupant, a affirmé avoir vu un grand tétras en 1915 aux environs de la Baraque Michel. Néanmoins, les gardes belges de la forêt et des fagnes ont tous émis des doutes concernant ces affirmations ».

La gélinotte, **Tetrastes bonasia rupestris,** est rare dans la forêt proche de la fagne. L'interdiction de la chasse permettra peut-être à l'espèce de se répandre dans la réserve. La gélinotte ne se multiplie pas au-delà d'un certain nombre, même dans les régions du sud du Luxembourg où elle est assez commune.

La bécasse, **Scolopax rusticola,** niche de-ci, de-là dans la forêt qui nous occupe, au sud de l'Hertogenwald.

La bécassine, rare, également - **Capella gallinago.**

La guignette, **Tringa hypoleucos,** ne semble plus nicher le long de la Hoëgne.

Le courlis, **Numenius arquata,** est une espèce typique que l'on pourrait réacclimater en capturant des sujets en pays plat et en les lâchant, au printemps après les avoir éjointés. Le nom wallon clowyeû-lowî indique que l'espèce a vécu à coup sûr dans la contrée.

Le grouse, **Lagopus scoticus,** se maintient plus ou moins en fagne. L'interdiction de son tir augmenterait son nombre et ce serait tant mieux, ne fût-ce que pour la remercier de l'émotion qu'elle donne au promeneur quand elle se lève à ses pieds en criant.

Voici ce qu'en écrit **van Havre,** dans la « Faune Belge » p. 419 : « Introduit à nouveau sur les hautes fagnes, à Xhoffraix et Lonfaye, en 1893-1894 par M. Barry-Herrfeldt, s'est répandu dans les fagnes de Jalhay, Solwaster, Hockay, Mont, Spa. Son accroissement semble avoir atteint son apogée en 1903-1904. C'est dans la région spadoise que l'espèce, jusqu'à ces derniers temps, était la plus nombreuse, mais le manque de protection, principalement contre les mordants, de même que l'incendie des fagnes de Jalhay, ont sensiblement compromis sa propagation dans toute la zone subalpine ».

Multiplier le faisan en Fagne n'est pas intéressant ; il ne s'y prêterait pas, du reste. D'un autre côté, c'est un oiseau bruyant et tracassier qui chasse les autres espèces.

Le pipit des prés, alias la béguinette, **Anthus pratensis,** est presque le seul oiseau caractéristique de la fagne actuelle. Elle y est nombreuse. Le pipit des arbres, **Anthus trivialis,** est commun également ; il préfère quelques arbres disséminés en fagne ou les clairières dans la forêt.

La locustelle tachetée, **Locustella naevia,** au nom si évocateur de « mousse-è-brouwîre », se rencontre de temps à autre ; son chant ressemble étrangement au crissement de la grande sauterelle.

Le bruant des roseaux, **Emberiza schoeniclus,** a disparu des Fagnes.

La pie-grièche à tête rousse, **Lanius senator,** aussi, sans raison apparente.

La pie-grièche grise, **Lanius excubitor,** y est devenue rare.

Le bec-croisé, **Loxia curvirostra,** augmente en nombre dans l'Hertogenwald et la fagne boisée.

Le jour de l'inauguration du mémorial Léon Fredericq, en pleine cérémonie, une troupe de becs-croisés, parents en tête et quatre jeunes égrenèrent leurs appels saccadés au-dessus de ceux qui, pieusement, se souvenaient.

Le chevalier gambette, **Tringa totanus,** a niché en Fagne, nous l'y avons rencontré. Le chevalier aboyeur, **Tringa nebularia,** s'y voit au moment des migrations. Le vanneau, **Vanellus vanellus,** y niche parfois dans les prairies de Sourbrodt.

Le pipit rousseline, **Anthus campestris,** « Tchiraw » en wallon, est un oiseau qui a habité la Fagne, vraisemblablement. **Coopman** l'indique d'après certains amateurs mais ne l'y a pas vu lui-même comme nicheur.

Fig. 39. — Végétations indigènes de fagnes ou de forêts étouffées et détruites par les peuplements de Résineux. On voit ici des Bouleaux, des Aulnes et des Chênes qui ont longtemps résisté à la montée des Epicéas plantés autour d'eux et qui sont morts épuisés par le manque de lumière et d'aération.

(Photo J. Moureau).

D'après ce que nous avons constaté en Campine, au cours de nos observations publiées dans le Gerfaut 1935, sur la dispersion de cette espèce, en voie de lente disparition à la suite de la transformation des bruyères en cultures, le pipit rousseline affectionne les bruyères qui ont été incendiées un an auparavant. Il y trouve sans doute ses conditions de vie.

On pourrait tenter des expériences dans ce sens de manière à créer les lieux propres à la fixation de cet oiseau dans nos fagnes. Il aime, en effet, à pouvoir courir librement sur des espaces nus voisins des bruyères.

Dans la forêt proche de la fagne, nous avons établi que le grimpereau macrodactyle, **Certhia familiaris macrodactyla,** est fixé. Il niche sur la rive droite de la Helle et au Roerbusch (Le Gerfaut 1936). C'est un oiseau représentatif de la grande forêt de hêtres et épicéas mélangés, aux abords de la ligne de partage des eaux Meuse-Rhin.

Un bel exemple d'espèce qu'il faut défendre contre ses ennemis, avec énergie, est le pic noir, **Dryocopus martius,** qui à lui seul symbolise la grande forêt du Haut-Plateau. Il est en légère augmentation. Depuis l'enquête de **M. F. Visart de Bocarmé,** il s'est répandu dans le pays et atteint les abords d'Anvers (Le Gerfaut 1913).

Là où beaucoup d'arbres morts subsistent dans la forêt, on rencontre le pic noir, le long de la Helle par exemple. On doit agir auprès des chasseurs et des sociétés de chasse pour que l'on ne tue pas cet oiseau.

Dans les battues, on crie trop souvent encore « pic noir » et l'oiseau magnifique s'abat. Trophée pour certains ; mais le vrai chasseur n'applaudit pas à la chute de cet oiseau dont le seul cri fait vibrer la forêt à deux kilomètres à la ronde et dont la vue, si rare, est un marquant souvenir.

L'étude du maintien et de l'augmentation des espèces d'oiseaux en fagne est un problème ardu, qui devra être étudié à fond sur le terrain. Dès à présent, il est possible d'émettre quelques idées à ce sujet.

Il y a lieu tout d'abord de maintenir les vieux arbres, et les arbres morts.

Dans maintes régions, l'Administration des Eaux et Forêts a déjà donné des instructions dans ce sens. Les vieux arbres constituent des nichoirs naturels pour les oiseaux grimpeurs et autres.

Maintenir les zones nettement marécageuses.

Créer des étangs avec de préférence des plages nues, sableuses ou graveleuses même par apport de matériaux. Il en existe un près de la Vecquée, vers Bronromme, je pense. Nous y avons vu, au passage d'automne, de petits échassiers. On peut en déduire que les oiseaux aquatiques de passage viendront y relâcher volontiers, les chevaliers et les pluviers particulièrement.

Il faudrait créer une série d'étangs, sur le plateau de préférence, en-dessous immédiatement de la crête. Notez qu'il ne peut s'agir que de petits étangs, qui ne transformeraient pas le caractère des lieux ou peu, du moins.

Deux étangs d'un demi-hectare, quelques petits étangs d'un are ou deux, à défaut, suffiraient à fixer quelques couples de canards col-vert, qui iraient nicher dans la bruyère, des sarcelles. Des guignettes et des chevaliers gambettes viendraient s'installer dans le voisinage des étangs. Les étangs doivent être assez nombreux et assez éloignés pour permettre aux oiseaux de se réfugier de l'un à l'autre car au moindre envol l'oiseau devra quitter l'étang d'où on l'a fait lever parce que les étangs sont de peu de surface, ou le seront. Les étangs auront le grand avantage de constituer des relais pour les petits échassiers migrateurs qui doivent traverser une vaste région sans s'arrêter. Parmi ces oiseaux il s'en trouvera qui seront disposés à se fixer en fagne au retour de printemps, soit par suite d'une diminution de leur capacité de vol due à l'état physiologique ou à d'autres facteurs, soit par caprice, s'ils y trouvent leur habitat.

La création des étangs que l'on tâcherait de peupler de poissons, si la nature de l'eau le permet, amènerait des martins-pêcheurs et d'autres oiseaux piscivores, le héron, par exemple. L'accès des étangs serait strictement interdit.

La plantation d'épicéas a pour résultat d'écarter certaines espèces d'oiseaux, les pipits par exemple, qui sont rem-

placés par d'autres, les mésanges et les roitelets huppés et à triple bandeau.

Les associations hêtres et conifères sont à préconiser partout où cela est possible dans la forêt, à l'instar de ce qui est réalisé dans la Cedrogne, par M. Turner, Inspecteur Principal des Eaux et Forêts, sous réserve évidemment de ce que la constitution des terrains permet.

Il est prévu que la chasse et la tenderie seront interdites dans la réserve. D'où tendance qu'auront les espèces animales à se réfugier dans le parc protégé.

La surveillance devra être très active. Tant vaudra la surveillance, tant vaudra la réserve.

Surveillance pour empêcher la capture des pinsons chanteurs, au printemps, des bouvreuils, tarins et chardonnerets, au passage. Les bouvreuils pourraient être plus nombreux si on ne les capturait au printemps, au moment des nids, à la glu ; en automne, à la glu et au filet, chasses aisées à dissimuler. Dans les lacets à grives, beaucoup de bouvreuils et de rouges-gorges sont capturés en plus des grives sédentaires et de passage.

Il faut des gardes, initiés aux choses de la nature, capables non seulement de surveiller mais aussi de suivre les modifications de la faune.

Installation de nichoirs artificiels pour les picidés et d'autres espèces d'oiseaux.

C'est souvent le manque de nichoirs naturels qui ne permet pas aux oiseaux de se fixer à des endroits cependant propices.

Interdiction définitive des pièges à poteau, parce que les oiseaux rapaces et nocturnes sont un ornement pour la fagne qui n'en est que trop dépourvue.

Les rapaces diurnes sont peu nombreux. Il n'y font que des dommages relatifs aux dépens des oiseaux car les

souris nombreuses en fagne constituent leur nourriture ordinaire.

Evidemment les rapaces peuvent faire quelque dommage au dam des grouses et petits tétras mais l'équilibre naturel subsiste en dépit des quelques victimes sacrifiées.

Utiliser les pièges à poteau le jour et les détendre la nuit pour préserver les rapaces nocturnes n'est pas à préconiser. Dans la réserve, il convient de laisser le plus possible faire la nature et se borner à intervenir seulement quand l'équilibre des espèces sera rompu.

Les geais doivent être réduits et maintenus dans de strictes limites car ce sont les plus grands destructeurs des nichées.

Extrême sévérité vis-à-vis des mordants et des corneilles noires, *Corvus corone*, et destruction systématique par le piégeage et les œufs empoisonnés ; les mordants ne sont que des destructeurs qui n'ont pas le mérite de se laisser voir de temps à autre. Quant aux Corneilles, on ne parviendra jamais à les détruire toutes. Leurs ravages les rendent indésirables.

Dans le domaine ornithologique, comme en toute science naturelle, le milieu est le facteur prédominant. On pourrait objecter que la création d'étangs, en vue d'établir des milieux appropriés à certaines espèces, va précisément à l'encontre de l'idée de réserve, qui semble requérir le maintien du statu-quo. On répondra avec avantage que la main de l'homme a dénaturé si profondément la Fagne qu'il ne lui reste plus qu'une chose à faire : maintenir ce qui reste et recréer les habitats disparus ou en créer de nouveaux.

Un problème important du maintien des espèces qui viendront juger si l'habitat, rendu paisible, ou offert à elles, leur convient, est l'établissement indispensable de certaines zones variant d'une année à l'autre selon les nichées, zones où personne n'aura accès, sauf les gardes spécialisés. Ce seraient des « birds sanctuaries » où les oiseaux pourraient se reproduire en toute quiétude, parfois même un seul couple,

sous la surveillance incessante des gardes, comme cela se passe dans les réserves hollandaises, modèles du genre.

Il n'y a pas de doute que la refixation en fagne des anciennes espèces demandera du temps et surtout de la vigilance.

L'essentiel c'est que quelques jeunes oiseaux subsistent des nichées, à l'époque de la migration. Les parents se seront imprégnés du souvenir du « territoire » où ils auront vécu en paix. Ils y reviendront au printemps prochain. Leurs jeunes également ou tout au moins dans un rayon assez large. L'espèce sera à nouveau fixée, elle aura désormais un pôle attractif dans la réserve des fagnes qu'elle voudra avec toute son énergie rejoindre à travers le monde.

Ne perdons pas de vue que la réserve doit être avant tout une station expérimentale.

Il n'est pas prouvé que les mesures à prendre augmenteront le nombre des oiseaux nicheurs.

L'esquisse ci-dessus permettra, nous le souhaitons, de concevoir l'intérêt scientifique de la création d'une réserve en fagne, au point de vue de l'ornithologie.

En résumé, notre préoccupation essentielle est de :

a) maintenir les espèces existant sur le Haut Plateau ;
b) ramener les espèces disparues ;

c) en fixer de nouvelles, plutôt de celles qui n'ont pas été ou n'ont plus été remarquées ;

d) disposer d'une station expérimentale.

CHAPITRE V.

Position du Problème du Tourisme dans les Hautes-Fagnes.

J'ai tenté jusqu'ici d'examiner comment dans les Hautes-Fagnes se pose le problème de la protection de la nature. J'ai esquissé le sens des solutions à apporter pour maintenir, sans altération nouvelle, la flore, les tourbières, le régime des eaux et pour restaurer dans la mesure du possible les éléments qui ont été dégradés (fagne, forêt, faune, etc...).

Etant donnée la raison d'être des réserves, qui est de donner aux hommes de science et aux touristes l'opportunité de se mettre en contact avec de vastes espaces de terres libres et sauvages, il convient, à présent, d'étudier la question des visiteurs.

A ceux-ci, il faut donner satisfaction complète dans la mesure où le maintien des conditions naturelles ainsi que de la beauté des paysages ne puisse en souffrir. Au début de l'organisation des parcs nationaux américains, le public fut admis partout sans programme et sans surveillance. L'expérience a montré que ce fut un désastre : bêtes en fuite, végétations piétinées, espèces rares cueillies, dont les bouquets sont ensuite abandonnés, feux mis par imprudence, souillures des étapes, s'accumulant dans les coins les plus fréquemment visités et les plus beaux.

La solution qui paraît la plus simple consiste à déterminer dans les limites du territoire des parcelles réservées, défendues au public, à côté d'autres qui resteront entièrement libres. Malheureusement, cette conception inspirée par la technique des parcelles carrées des exploitations forestières n'est pas acceptable. La réserve est un ensemble homogène dont chaque partie est dépendante de celles qui sont dans le voisinage. L'altération de l'une provoque à bref délai la dégradation des autres. De plus, chaque année, les parcelles à réserver devraient subir une révision ; car les endroits intéressants à dégager de toute souillure changent continuellement à la suite de l'évolution même des phénomènes biologiques et géographiques. Cette réalité est surtout facile à comprendre quand il s'agit des lieux de reproduction des animaux ; elle s'impose aussi, mais à la longue, pour les associations végétales. De telle sorte que la réserve doit être considérée comme une entité indécomposable, si l'on ne veut pas en rompre les équilibres délicats qui se stabilisent seulement lorsqu'ils peuvent fluctuer sur de vastes espaces.

Dans ces conditions, il est nécessaire de trouver d'autres solutions qui soient un compromis entre les nécessités du maintien en bon état d'une réserve fonctionnant normalement et celles de la pénétration des visiteurs pour lesquels elle a, en partie, été créée.

1.
LES VISITEURS.

Remarquons tout d'abord que les visiteurs de la réserve d'une part sont très nombreux si l'on peut en juger par ce qui se passe dans d'autres pays, et d'autre part y sont attirés par des desiderata d'ordres très différents.

1°) Ils ne seront évidemment pas aussi nombreux que dans les pays anglo-saxons. Aux Etats-Unis par exemple, les rapports officiels publient qu'en moyenne par année 4.000.000

de personnes se sont rendues dans les Parcs nationaux (U.S. A. Dept. of Interior, 1933. I. Story). Ce qui fait qu'à ce taux, nous devrions nous attendre à recevoir environ 250.000 personnes dans la Réserve des fagnes.

J'ai personnellement l'impression que, dans ces derniers temps, au cours de chaque été, environ 100.000 personnes ont passé à la Baraque Michel. Ce chiffre ne peut qu'augmenter avec la publicité faite autour de la Réserve et l'organisation des vacances ouvrières. Jusqu'à ce jour, ces touristes ne séjournent que peu de temps, ne quittent guère le bord de la route, n'osant pénétrer qu'à la lisière des fagnes. Ils sont amenés de tous les coins de la Belgique par des séries d'autocars. Ils sont en autos, motos, vélos. Les dimanches de beau temps notre laboratoire est intenable. Mais, si cette foule était amenée imprudemment à se disperser à travers landes, tourbières et bois, à raison de 30.000 personnes par mois, le complexe de nature pour lequel on bataille depuis si longtemps ne tarderait pas à être définitivement ruiné et la région ne serait plus fréquentée.

Il est à ce sujet opportun de signaler qu'aux Etats-Unis les parcs nationaux et les parcs d'Etat déterminent une telle augmentation du commerce local que le gouvernement est sollicité chaque année de donner son autorisation officielle à la création de nouvelles réserves et qu'il en est arrivé à devoir refuser de trop nombreuses propositions.

2°) Les visiteurs de la Réserve naturelle seront de plusieurs catégories et ce fait impliquera des modalités d'organisation.

A. — D'UNE PART, LES VISITEURS QUI PENETRENT A PIED.

Je distinguerai :

a) les amateurs sportifs d'excursions longues et difficiles, généralement peu nombreux ;

b) ceux qui préfèrent une promenade sans risque et qui sont la majorité.

Dans ces deux groupes, on rencontrera des gens qui cherchent simplement le plaisir du plein air dans des paysages inaccoutumés et esthétiques, et d'autres, qui s'intéressent en outre aux choses de la nature et sont très heureux de pouvoir s'instruire. Tous d'ailleurs sont prêts à écouter avec une étonnante attention les explications qu'on a l'occasion de leur donner ; tous sont attirés par un obscur sentiment de curiosité pour le mystère, la solitude, l'originalité des fagnes.

Le Dr. Merriam, Président de la Carnegie Institution, dit à ce sujet que « l'utilisation première des Parcs nationaux est l'éducation fondamentale qui concerne la réelle appréciation de la nature... Pour moi, les parcs ne sont pas seulement des places pour se reposer, s'exercer et s'instruire ; ce sont des régions où chacun soulève le voile pour approcher les réalités de la nature et la merveilleuse puissance qui s'y cache. »

c) les naturalistes, étudiants et chercheurs constituent un groupe à part ; leur but d'excursions dépend des nécessités extrêmement diverses de leurs observations, de leurs analyses et de leurs récoltes de matériaux.

B. — D'AUTRE PART, LES VISITEURS QUI PENETRENT PAR AUTOCARS, AUTOS PARTICULIERES, MOTOS, VELOS.

Je distinguerai :

a) ceux qui ne feront que traverser le territoire de la réserve, le long des routes sans s'arrêter et qui évidemment ne seront l'objet d'aucune disposition particulière.

b) ceux qui, ainsi qu'on le voit faire aujourd'hui, n'ont d'autre but que de stationner au bord de la route ou de garer leurs voitures dans un coupe-feu afin de pique-niquer dans le voisinage.

c) ceux qui, après avoir abandonné leurs véhicules, entreprennent une excursion pédestre. Ce groupe de visiteurs peut être assimilé aux différentes catégories de A ; mais, il soulève le problème supplémentaire du garage des moyens de transport aux endroits d'arrivée. Car, on conçoit qu'il ne sera en aucun cas possible de circuler dans les chemins de la réserve avec voitures, motos, vélos (sauf pour les besoins de la surveillance).

2.

LES ITINERAIRES.

Ces diverses catégories d'excursionnistes s'engageront donc dans la Réserve, en vue de promenades à pied plus ou moins longues. Ils ne circuleront sur grand'routes que temporairement et chercheront des itinéraires conformes à leurs goûts et au temps dont ils disposent.

Ces itinéraires doivent être très soigneusement étudiés par le Comité Directeur de la Réserve, de manière à satisfaire aux deux types de conditions suivants :

A) d'un côté, les conditions qu'impose l'entretien des éléments naturels dans une réserve spectaculaire par sa sauvagerie et sa solitude ;

B) d'un autre côté, les conditions du programme touristique. Celui-ci devra tenir compte :

a) des desiderata des différents groupes de touristes définis plus haut ;

b) des rapports entre leurs points de départ et d'arrivée ;

c) de la longueur maximum possible des étapes.

SENTIERS SAUVAGES.

L'organisation de sentiers sauvages, au tracé sérieusement étudié, répond parfaitement à la demande de plusieurs catégories de touristes (les intrépides, ceux qui cherchent à s'instruire, les hommes de science), qui tous se réjouissent de pouvoir trouver une région à l'état de nature, loin de la foule, loin de l'artificiel. Cependant, ces touristes constitueront une minorité.

La règlementation que préconiseront ensemble le Co-

mité de Direction qui a la responsabilité du maintien de l'état de nature et les touristes peu nombreux désignés plus haut est nécessairement la même au point de vue de la circulation : il ne faut pas de sentiers touristiques, faciles, aménagés, entretenus ; les sentiers actuels doivent rester ce qu'ils sont ; il ne faut pas en ouvrir de nouveaux. Il faudra détourner le grand passage au large de certaines zones de refuge d'animaux intéressants que l'on pourra dès lors rencontrer plus aisément au cours de leurs ébats. Ces zones d'ailleurs varieront probablement chaque année et les visiteurs en seront informés à leur entrée dans le Parc par des avis officiels appropriés qui les renseigneront également sur les plantes à ne pas cueillir.

Seules des raisons majeures spéciales (surveillance, travaux scientifiques) permettront de pénétrer dans les zones interdites.

Donc, grosso modo pour l'organisation des randonnées de cette minorité de touristes, il y a coïncidence entre les aspirations de ceux-ci et les nécessités biologiques d'une circulation canalisée à la disposition des promeneurs ordinaires.

En effet, peu de personnes ont l'entraînement pour supporter la marche très fatigante à travers fagne. La difficulté et la longueur inévitables des étapes ainsi qu'un certain risque écarteront donc tout naturellement la masse des promeneurs des endroits reculés ou dangereux. Si une prudente politique des sentiers est observée (il y a déjà eu des fautes), la Réserve se défendra d'elle-même contre les perturbations qui pourraient résulter d'une affluence excessive.

SENTIERS ORGANISES.

Les promeneurs moins aguerris ont droit comme les autres à la sollicitude du Comité Directeur. Ils désirent se récréer, s'instruire, se livrer à l'influence régénératrice de la nature ; ils doivent trouver dans la Réserve de quoi satisfaire leurs désirs sans payer ceux-ci par des fatigues exagérées, nuisibles à leur santé ; ils sont le plus grand nombre.

Dans ces conditions, des itinéraires spéciaux leur seront destinés vers des endroits intéressants mais moins éloignés ; les étapes seront plus courtes et faciles ; les sentiers seront aménagés, entretenus, et signalisés discrètement. A cause de l'abondante circulation qui se fera le long de ces itinéraires et du trouble qu'elle occasionnera dans les zones traversées, il sera nécessaire de prendre quelques dispositions protectrices, comme l'interdiction de s'écarter des chemins, de cueillir des fleurs, de couper des branches, d'abandonner des déchets, etc...

Les endroits où les touristes arrivent aux heures de pique-nique seront préparés pour éviter le feu par imprudence; des troncs d'arbres couchés seront disposés pour permettre de s'asseoir par temps humide ; des fosses cachées permettront de rassembler les déchets d'alimentation, papiers, etc... ; des places pour sentines rustiques seront délimitées (ce point est très important) ; enfin, autant que possible il y aura une source dans le voisinage. En aucun cas, il ne sera toléré une quelconque installation de guinguette et l'on devra négocier la disparition de celles qui existent déjà en des endroits inadéquats où elles constituent une véritable profanation des paysages.

Je désire insister très spécialement sur l'erreur irréparable que constituerait la création de sentiers à grande circulation (sentiers touristiques internationaux) à travers les fagnes. Il conviendrait donc de les éviter à tout prix. Ces sentiers doivent longer les fagnes mais non les pénétrer de part en part. Ils pourront à la rigueur y donner accès par des sentes.

De plus, le nombre de sentiers, de quelque type que ce soit, doit être réduit au strict minimum, car le territoire serait divisé en des sortes de parcelles qui lui enlèveraient son caractère et son aspect de nature sauvage.

Si, sous l'influence de la propagande des organisations touristiques une surabondance de visiteurs était amenée dans la Réserve avant que l'organisation de celle-ci soit établie et fonctionne, la protection de la nature serait sérieusement me-

nacée. Il en serait de même si ces organisations touristiques se croyaient autorisées à créer des sentiers de leur propre initiative. Je veux croire que leur bonne volonté ne puisse être mise en doute ; mais elles ne connaissent rien aux problèmes biologiques et géographiques en jeu, pas plus d'ailleurs qu'aux problèmes artistiques que doivent résoudre la Direction des Musées de peinture. Le rôle des organisations touristiques est de conduire le public dans des conditions favorables jusqu'aux portes des endroits intéressants ; mais personne ne prétendra sérieusement qu'elles ont mission de décider l'achat des tableaux et la place qu'ils doivent occuper.

3.
LES ENTREES.

Les deux types d'itinéraires définis plus haut seront liés l'un et l'autre aux moyens d'arrivée et d'évacuation des touristes. Un paragraphe spécial sera consacré à ceux qui séjourneront dans le parc (hôtels, campements).

Les points de départ des excursions et les points d'aboutissement devront normalement tenir compte, soit des transports en commun (trains, autobus) dont le parcours est inchangeable ; soit des véhicules, autos particuliers, motos, vélos ou des autocars qui peuvent arriver directement à l'entrée de la réserve ou même y pénétrer par l'une des cinq grandes routes signalées plus haut.

INFORMATION ET ORGANISATION.

J'envisagerai d'abord le cas où le visiteur se présente à l'une des entrées officielles du parc. Celle-ci est le point de départ d'une ou plusieurs excursions. L'entrée se marquera nettement. Elle coïncidera avec la présence d'une maison (maison forestière, café, ferme, etc...) qui aura été appropriée pour donner des informations diverses sur les trajets, leur durée, leur aboutissement, sur les choses à voir, sur les règle-

ments de protection. Des dessins et photos seront disponibles de même que brochures, publications, cartes, etc... Un emplacement spécial sera préparé pour le stationnement des autos.

Ces entrées officielles ne seront pas nombreuses ; elles correspondront aux villes et villages riverains de la Réserve, spécialement là où arriveront de nombreux touristes débarquant d'un train ou d'un autobus ; ou bien elles seront installées à la grand'route là où la limite de la Réserve traverse ou longe celle-ci.

Cependant, le pourtour de la réserve coupe de nombreux chemins et sentiers qui pénètrent à l'intérieur de celle-ci. Ces endroits seront marqués sur le terrain par des entrées secondaires. Je proposerais de dresser une sorte de portique en rondins avec indication de l'entrée de la Réserve et du nom du chemin. Cette disposition aura un effet moral excellent.

PARCS POUR AUTOS ET CAMPS.

J'envisagerai ensuite le cas où les visiteurs ayant à leur disposition des moyens de transports personnels ou des autocars, arriveront par route et ne s'arrêteront pas à l'entrée officielle du parc.

Ces autos ne pourront pas stationner n'importe où. Quelques garages seront aménagés le plus discrètement possible à quelques endroits près des grand'routes. *Les uns,* seront placés aux points de départ ou d'aboutissement d'itinéraires d'excursions pédestres (Maison du Sabotier, Drossart, Baraque Michel, Mont Rigi, Botrange, Mont, Bosfagne, Roer). Ces endroits se présentent bien à ce point de vue, car il y a précisément chaque fois une maison qui peut aider et ravitailler les touristes. *Les autres,* moins nombreux seront ouverts à quelque distance de la grand'route dans un endroit agréable de fagne ou de bois et recevront les touristes qui désirent pique-niquer près de leurs voitures. L'habitude que l'on cons-

tate aujourd'hui et qui se généralise ne peut plus être tolérée. J'ai vu, chaque dimanche d'été, le long des routes (Eupen à la Baraque, Hockai, Sourbrodt, etc...) des files d'autos en stationnement pendant des heures, l'une derrière l'autre, de manière ininterrompue sur des kilomètres, tandis que les occupants assis sur le rebord du fossé, regardent passer le cortège des voitures et sont intoxiqués par les gaz des moteurs. Je me suis rendu compte combien cette malsaine façon de prendre l'air peut avoir de répercussions non seulement sur les touristes eux-mêmes mais aussi sur le trafic de la route, car les voitures qui circulent ne peuvent plus se croiser normalement et sont astreintes à toutes sortes de manœuvres bruyantes (claxons, cris) qui sont préjudiciables à la tranquilité du lieu.

CAMPING.

Les touristes qui logeront dans le territoire de la réserve se conformeront aux dispositions générales dont ils seront informés dans leurs hôtels. Pour ceux qui campent, il conviendra de prévoir un ou deux emplacements de campement aménagés dans des endroits secs et abrités. Je pense qu'il n'y aura jamais grande affluence, car sur le Haut Plateau, le froid et la crudité nocturnes sont généralement peu favorables.

En résumé, je pense que, grâce à l'organisation de plusieurs systèmes de sentiers d'après un plan d'ensemble bien étudié, toutes les catégories de touristes itinérants trouveront des excursions conformes à leurs diverses aspirations, et ceux qui ne désireront pas circuler se reposeront en dehors de la poussière des routes dans de vastes endroits que l'on aura choisis et préparés pour eux.

Les visiteurs pénétreront le plus généralement dans la réserve par les entrées officielles où ils seront renseignés, instruits des choses les plus intéressantes à voir et avertis des restrictions protectrices, non seulement en faveur de la flore et de la faune, mais aussi pour que leurs successeurs continuent à pouvoir parcourir des territoires non souillés.

CHAPITRE VI.

Conclusions Générales.

Le statut de l'organisation de la Réserve nationale des Hautes Fagnes doit faire face simultanément à quatre aspects du problème de la protection de la nature.

Ces aspects découlent de la définition d'un Parc National que j'ai donnée plus haut (voir page 39). Il s'agit de maintenir sur un territoire choisi, pour le bénéfice de notre génération et de sa descendance, les paysages, les plantes, les animaux et le sol, dans des conditions aussi primitives que possible.

L'organisation complexe de cette réserve doit donc répondre à la fois :

1°) à la nécessité fondamentale d'arrêter les causes d'altération des conditions naturelles, qui proviennent des interventions humaines et d'écarter statutairement toute possibilité de reprise de celles-ci ;

2°) à l'obligation d'une surveillance d'un type nouveau, car elle doit faire en même temps la police et recueillir de précieuses observations sur l'évolution des fagnes, des tourbières, des forêts, des animaux (érosion, maladie, etc...). On devra donc nommer des gardes spécialement formés.

3°) aux nécessités des travaux scientifiques ; non seulement en vue de résoudre certains problèmes d'écologie, de

biologie, etc..., mais aussi de rechercher les facteurs d'évolution et de mettre au point un plan concerté d'intervention pour mettre la réserve à l'abri des régressions. Il faudra des hommes de science, ayant l'expérience du terrain et du laboratoire, ainsi que les moyens de travailler.

4°) aux desiderata des visiteurs qui doivent se sentir secondés dans leur contact avec les choses réelles, non seulement par l'aménagement des sentiers, des endroits d'étapes, des camps, etc..., mais aussi et surtout par un programme d'éducation, qui sera gratuitement mis à leur disposition : excursions dirigées par guides naturalistes, vulgarisation, musée avec exposition de plantes et d'animaux caractéristiques, conférences, cinéma en plein air, etc...

On se rendra compte que tous ces points sont indiscutablement liés. Car ce ne serait pas la peine d'organiser le tourisme et la publicité qui attirera des milliers de personnes, si les conditions naturelles continuent à être détruites et si, dans peu d'années, il n'y a plus rien de curieux à voir. Car, aussi ce serait perdre l'effort si pénible d'arrêter les exploitations économiques, si les conditions naturelles et leurs équilibres n'étaient pas étudiés scientifiquement et si leur stabilisation ou leur restauration échouait.

Réussir à arrêter les interventions des forestiers ou des agriculteurs qui veulent utiliser le territoire, n'implique guère que la partie préliminaire du programme d'une réserve nationale. Cet arrêt dans l'œuvre de la dégradation des complexes biologiques ne réinstaure pas nécessairement les conditions naturelles là où elles ont déjà disparu. En d'autres termes, ce n'est pas parce qu'on cessera de drainer que les tourbières déjà drainées reprendront leur faciès normal.

Les restrictions seront acceptées, car elles ne sont pas considérables. Le plus souvent les dégâts sont commis par manque d'informations et les méfaits de l'étape ne sont graves que par suite de l'affluence aux mêmes endroits de touristes qui se croient seuls ou peu nombreux. Une documentation

bien faite et l'organisation des lieux habituels d'étape faciliteront la surveillance et la lutte contre toute altération.

1.

ARRET DES CAUSES D'ALTERATION DES FACIES PRIMITIFS.

Ce point préliminaire doit être clairement établi. Les entreprises d'utilisation du terrain sont : 1°) l'agriculture, 2°) les mines, 3°) les barrages, 4°) la pâture et le foin, 5°) la chasse, 6°) les constructions, 7°) les forêts.

L'AGRICULTURE.

L'Agriculture fut dans la plupart des pays la principale adversaire des réserves. Dans les Hautes-Fagnes, elle ne fait pas l'objet d'entreprises envahissantes. Le sol tourbeux est incultivable ; le sol des setch-champs et des landes peu tourbeuses est couvert de forêts domaniales ou communales dont il n'est pas question de faire des prairies ou des champs ; le climat est défavorable à l'arboriculture fruitière.

L'agriculture, par la force des choses, ne menace donc pas d'altérer le domaine de la Réserve. Néanmoins, pour éviter les effets d'une éventuelle tentative qui serait mal informée de la certitude d'un échec, des mesures nettes interdiront de transformer la fagne, la lande ou la forêt en prairies ou en champs sur les terres de l'Etat ou des Communes.

Il n'existe de prairies à l'heure actuelle qu'autour de quelques fermes, auberges ou maisons forestières. Ces prairies peuvent parfaitement être maintenues à condition de ne subir aucune extension.

LES MINES.

Il n'y a pas de mines dans le territoire de la Réserve et, quoi qu'il arrive, il sera définitivement interdit d'en ouvrir.

Les deux carrières de sable (Clefay et Bernister) qui ne seront jamais que de petites exploitations continueront provisoirement.

Tous les travaux de terrassement nécessaires aux études géologiques seront permis.

LES BARRAGES.

La politique des barrages existant ne sera pas gênée par les dispositions générales de la Réserve. Aucun autre barrage ne pourra être édifié dans les limites de celle-ci.

LA PATURE ET LE FOIN.

D'une manière très générale, le bétail, vaches et moutons, ne pâturent plus en fagne ; mais il faudra prévoir le retour de cette pratique et prendre dès maintenant les moyens nécessaires pour l'empêcher définitivement. Aucun intérêt n'est directement menacé par cette disposition.

D'un autre côté, le gibier herbivore ne pourra pas dépasser un certain pourcentage, afin d'éviter qu'il ne trouble les processus phytosociologiques en rasant exagérément certains herbages naturels.

Pour le foin, les communes mettent en location certaines zones de fange et en retirent annuellement un revenu appréciable. Les paysans viennent eux-mêmes faucher et faner ce dont ils ont besoin pour leurs bêtes. Je crois savoir que, de part et d'autre, on tient beaucoup à cette ancestrale tradition du foin sauvage. Si elle est limitée, elle pourrait être maintenue.

Dans les fagnes domaniales, je ne sache pas qu'il y ait location du foin ; mais, que cette pratique existe ou non, il conviendrait de formuler de nettes restrictions à ce sujet. La pâture dans les coupe-feux serait interdite.

LA CHASSE.

Bien que celle-ci constitue pour les communes une source de revenus importants, je pense, à la suite de l'exposé fait sur la faune (chapitre III) et des dispositions prises dans toutes les réserves du monde, qu'il faut trouver le moyen de l'interdire.

De toutes manières, la tenderie sera supprimée sans discussion possible.

Un point à préciser concerne les gardes. Ceux-ci devront recevoir l'ordre de ne plus tirer les animaux qu'ils ne connaissent pas et dont les arrêtés sur la chasse ne font pas mention.

La question du pourcentage des herbivores, des rongeurs et des prédateurs, oiseaux de proie, etc... sera de la compétence du Comité de Direction qui statuera seul.

Pour les oiseaux, je renvoie aux conclusions de l'exposé de M. Van Beneden qui propose entre autres l'aménagement de surfaces d'eau dans des endroits isolés de manière à attirer et, éventuellement fixer, beaucoup d'espèces intéressantes anciennement représentées dans les territoires de la Haute Ardenne.

LES CONSTRUCTIONS.

Aucune construction nouvelle ne sera admise dans le domaine de la Réserve. Dans certains cas de force majeure et pour des bâtiments indispensables à l'organisation même du travail de direction, de surveillance et d'études : entrées, musée, laboratoires, etc..., le Comité de Direction pourra décider l'édification d'un bâtiment ; mais alors, l'architecture en sera discrète, de couleur locale et l'emplacement approuvé.

Aucune autorisation d'établir des hôtels, cafés, restaurants, guinguettes, même provisoires aux abords des camps d'autos ou sur certains chemins particulièrement fréquentés.

Il sera même indispensable de veiller à supprimer les guinguettes qui se sont établies depuis quelques années.

Les routes, chemins de terre ou sentiers, nécessités par les services de la protection des animaux ainsi que de la surveillance de la réserve seront décidés uniquement après études et dans le cadre du plan d'ensemble établi par le Comité Directeur.

Pour les exploitations des pessières, un régime spécial et temporaire d'évacuation des bois sera prévu.

LES FORETS.

Comme on l'a vu, les forêts sont de deux types, celles du type des forêts indigènes primitives, mais appauvries en espèces et aménagées par les services forestiers pour la production du bois ; celles du type artificiel des peuplements de résineux. Ces peuplements d'arbres étrangers (*Picea excelsa* et autres espèces) ont été introduits progressivement sur des terres autrefois couvertes de tourbières, de landes et même de forêts indigènes ; ils n'ont pu subsister que par la campagne d'assainissement réalisée sur tout le plateau des Hautes Fagnes.

Attendu que le but d'une réserve est *le maintien et la restauration des faciès primitifs*, quelle sera la situation de ces deux types de forêts ?

1°) Les **forêts de feuillus,** installées sur les Domaines et sur les terres communales ne pourront plus être exploitées. Si elles appartiennent à des particuliers, ceux-ci devront consulter la direction de la Réserve sur tout ce qui concerne leur exploitation.

Ces forêts seront surveillées, soignées, protégées contre les maladies cryptogamiques, les insectes, les rongeurs, etc..., maintenues en pleine vigueur et scientifiquement amenées, par phases successives, à la reconstitution des « forêts mélangées » primitives dans le pays.

Mais contrairement à la tradition, elles ne seront plus jardinées, nettoyées ; les broussailles ne seront plus enlevées ; les vieux arbres morts resteront couchés sur le sol, se couvriront de mousses et par

leur lente décomposition formeront un humus de constitution nouvelle, dont les propriétés ont été étudiées (en Suisse, **Pictet**), et qui servira de nichées à de nombreux êtres intéressants (**Grinnel** and **Storer**, 1924, Berkeley).

Les broussailles cependant pourront être éliminées dans certains cas, pour éviter les dangers d'incendies et pour aider le repeuplement naturel en arbres là où celui-ci est entravé.

Cette nouvelle politique se justifie en outre par les études d'écologie qui démontrent l'importance expérimentale de l'existence de surfaces vierges dans les forêts d'un pays (**Adams**, 1925). Il serait regrettable qu'elle rencontrât l'hostilité des forestiers, bien que cela puisse être assez naturel, étant donné l'idéal purement économique au service duquel certains mettent leur remarquable compétence. Néanmoins, c'est avec la collaboration des forestiers que le Comité Directeur devra travailler, et l'on peut croire qu'ils aideront la légitime demande d'une collectivité qui n'a pas leurs connaissances, leurs techniques, leurs observations, leurs publications, mais qui leur a fait confiance une première fois dans la lutte contre la déforestation, qui sait aujourd'hui clairement l'importance de ce qu'elle demande et de ce qu'elle a obtenu presque partout dans le monde.

2°) Les **peuplements de résineux** constituent la perfection de la culture commerciale. Le matériel en est stabilisé ; les arbres, tous de même âge sont systématiquement voués à l'étiolement sur de vastes terrains quadrillés par des coupe-feux.

Ce type de plantations doit disparaître : 1) il est appliqué surtout à **Picea excelsa** qui n'est pas un arbre indigène ; 2) sa culture impose un assainissement profond du sol, ce qui altère les conditions naturelles de l'ensemble du domaine réservé.

Les arguments biologiques qui veulent le maintien des conditions naturelles exigent également la suppression du drainage. En d'autres termes, aucune nouvelle zone ne pourra être saignée de l'eau de sa nappe aquifère superficielle, accumulée dans le *Sphagnetum* et de sa profonde nappe aquifère circulant dans la tourbe, quel que soit le but proposé (Plantations d'Epicéas, alimentation des barrages, etc...). D'ailleurs, les nécessités d'alimentation en eau des rivières et des barrages coïncident avec celles de la conservation de la flore et de la faune et sont étroitement liées avec l'existence des tourbières vivantes non drainées.

Par conséquent, l'extension des plantations ne sera pas justifiée même à ce point de vue et l'utilité de ruiner une réserve d'eau par assainissement pour la remplacer par une autre qui n'est pas meilleure, n'est pas un argument à faire valoir dans un territoire érigé en réserve nationale, même si le sol des tourbières pouvait être considéré comme un sol nu, comme d'aucuns l'imaginent erronément.

Au point de vue de la restauration des faciès naturels que les résineux ont effacés, je me suis expliqué plus haut (voir chapitre III). Il faut attendre que ces arbres aient atteint leur degré d'exploitabilité afin de ne pas sacrifier le capital investi dans d'importantes étendues de boisements susceptibles de rendement. Ils seront donc exploités progressivement.

Le terrain qu'ils libèreront fera retour, selon les conditions écologiques locales, aux végétations primitives (tourbières, landes, forêts mélangées). Mais ce retour à l'état naturel ne peut pas se faire automatiquement. Différents degrés d'intervention seront nécessaires, des observations seront suivies, des expériences réalisées, avant d'aboutir à leur restauration.

Dans tous les cas, les fossés de drainage qui sillonnent les terrains déboisés seront obligatoirement comblés et des vannes seront placées de distance en distance aux grands fossés torrentiels des coupe-feux.

Les fagnes assainies en vue de futures pessières sont nombreuses. La plupart ont régressé jusqu'à la phase du *Molinietum*. Ces fagnes seront obligatoirement traitées de manière à permettre la reconstitution des *Sphagnetum* et *Callunetum* typiques.

Le meilleur moyen semble à première vue celui de supprimer les drains existants ou de les barrer par des vannes dont le trop plein sera détourné vers la fagne environnante. Ce procédé offre en outre l'avantage d'arrêter les ravinements et d'atténuer les effets du dévallement des eaux résultant du vaste réseau des drains.

Ainsi donc, l'arrêt des causes perturbatrices des conditions naturelles dues au régime forestier actuellement en vigueur dans les limites de la future Réserve nationale, ainsi que la restauration des zones artificiellement traitées imposent des obligations de plusieurs ordres :

1) plus d'exploitations économiques de feuillus ;

2) entretien spécial de ces forêts et restauration des types de forêts mélangées partout où c'est possible ;

3) pessières non remplacées par des plantations de ce type, mais par des forêts mélangées ou par des tourbières ou par des landes ;

4) suppression du drainage dans toutes les zones à tourbières, placement de vannes, etc...

Si le terrain fait partie des domaines de l'Etat, ces obligations peuvent être normalement exécutées mais s'il appartient aux Communes ou à des particuliers, elles devront donner lieu à des négociations.

J'arrive ici au point le plus délicat que soulève la création d'une Réserve nationale et qui ne se pose pas dans les terres où l'Etat est propriétaire et peut établir sans difficulté un système d'intervention nouvelle réclamée à bon escient par une majorité de gens. Il n'a pas le pouvoir de l'imposer sur les terres privées et communales.

J'ai montré (chapitre I) qu'en Belgique, certaines Communes comme celle de Jalhay, ont plusieurs fois bénévolement accepté et maintenu sur leurs fagnes des décisions conformes au programme de la protection de la nature. De grands et petits propriétaires terriens ont eu déjà l'enthousiasme et la générosité de s'y rallier également. Citerai-je l'auguste exemple connu de tous, du Roi Léopold II, qui fit don à la Nation des domaines qu'il avait créés ou agrandis à Laeken, à Tervueren, Lesse, et pour lesquels il avait imposé la condition que ceux-ci ne pouvaient être aliénés ou transformés. L'expérience prouve que sans des dispositions de donation formelle, les affirmations les plus solennelles de ces bonnes volontés ne peuvent constituer un statut permanent :

d'une part, on a constaté que les forêts privées, protégées, ne résistent guère à plus de deux générations et que l'abattage suit malgré tout ;

d'autre part, on voit que des plantations inadéquates s'installent au sein d'une réserve, dans les enclaves privées, comme une verrue sur un beau visage.

En réalité, dans les pays étrangers, de telles situations se sont fait jour et ont dû être résolues sous la pression de l'opinion publique.

Au Danemark par exemple, si beaucoup de décisions définitives de protection ont été prises grâce à la générosité des propriétaires du terrain, la plupart sont réglés par un fonds de compensation de l'Etat qui fonctionne sur les propositions de 100 Comités locaux, d'un Comité légal, d'un Comité de technique avec architectes, ingénieurs, forestiers et naturalistes universitaires. Pour la côte d'Oresund, l'Etat dut débourser, pour avoir tardé à prendre les mesures utiles en temps voulu, plus de 90.000 Livres. Je m'en voudrais d'omettre cette admirable intervention d'un groupe de fermiers danois, émigrés aux Etats-Unis, qui, revenus visiter leur région natale, ont été frappés de voir combien ses beaux paysages avaient été ruinés pendant les dernières générations par des plantations trop souvent maladroites et laides, par des constructions sans plan, etc... Ils ont acheté 340 acres de terre dans une zone encore indemne. Ce territoire offert comme réserve inaliénable à la communauté est aujourd'hui fortement agrandi et constitue un admirable parc national sous le nom de « Rebild National Park ».

Aux Etats-Unis également, les enclaves particulières dans les parcs soulèvent de nombreuses difficultés. Ainsi l'Etat de Californie qui a versé d'importants crédits pour donner à l'Etat Fédéral les territoires de la Yosemite Valley, aujourd'hui est astreint à se procurer les propriétés privées qui y restèrent incorporées, à cause des influences très néfastes qui partent de ces terres où le contrôle général n'est pas possible.

La difficulté sera moins considérable qu'on le croit par suite de la plus-value incontestable des terrains riverains de la Réserve et des bénéfices que le tourisme apportera. De plus, l'Etat peut accepter de maintenir dans son budget les subsides octroyés habituellement aux Communes pour les aider à planter, à condition qu'elles collaborent à la restauration des végétations spontanées à mesure que les anciens bois d'Epicéas seront exploités.

2.

SURVEILLANCE.

La surveillance de la réserve nationale sera double, technique et policière ; elle sera faite par des gardes permanents sous la responsabilité de chefs compétents. Ces gardes seront nommés en nombre suffisant par suite de la complexité de leur prestation. En effet, leur fonction dépassera en ampleur celle des gardes et brigadiers forestiers.

LES GARDES DE LA RESERVE.

Les gardes veilleront à l'observance des avis et restrictions faisant partie du règlement de la Réserve ; ils seront munis de pouvoirs judiciaires et dresseront procès-verbal aux éventuels délinquants (touristes, braconniers, etc...). Mais en outre, ils devront être au courant des problèmes biologiques soulevés par l'importante expérience d'écologie qui se déroulera chaque jour sous leurs yeux. Ils connaîtront plantes et bêtes et feront rapport sur ce qu'ils ont vu dans les divers domaines. C'est de leurs observations et du contrôle de leurs chefs que dépendront en grande partie les mesures d'intervention du Comité de Direction. Ils seront enfin les agents exécutoires des ordres qui maintiendront l'équilibre des rapports entre plantes et animaux, entre fagnes et forêts, entre prédateurs et non prédateurs, etc..., qui sauveront la végétation d'un excès de rongeurs, des insectes nuisibles, des maladies, qui lutteront contre le feu et collaboreront aux études générales comme ils le font aujourd'hui sur les forêts cultivées. Ils collecteront des matériaux pour le musée, le laboratoire, etc...

Ils devront participer à un système de patrouille, ils veilleront à l'entretien des quelques sentiers organisés.

Ils devront pouvoir fournir aux visiteurs des explications, leur donner de brèves et intéressantes leçons sur ce qu'ils voient et éventuellement les guider.

A l'heure actuelle, les gardes forestiers, dont beaucoup sont excellents ont dû se former eux-mêmes ; car il n'existe pas en Belgique d'enseignement spécial pour eux.

Or, ce personnel est abondant dans toutes les provinces du pays ; le recrutement en est difficile car on exige généralement pas mal de compétences et il nécessite, dès que des places sont à conférer, des prestations supplémentaires d'enseignement aux inspecteurs forestiers. Il m'est agréable de dire que ceux-ci, malgré qu'ils soient surchargés de besogne, y réussissent très bien.

ECOLE FORESTIERE.

En conséquence du besoin accru de gardes bien formés pour la Réserve nationale des Hautes-Fagnes et de l'absence d'un enseignement systématique pour tous les gardes forestiers de Belgique, je propose de créer une *Ecole forestière*.

Cette école trouverait sa place au sein du beau district forestier de Spa ; elle donnerait un enseignement que préciserait une Commission nommée à cet effet. La France possède à Nancy une école analogue dont les programmes pourraient éventuellement servir de modèle. Aux Etats-Unis également, les gardes des Parcs nationaux sont formés dans un collège spécial.

Je pense personnellement que cette école devrait correspondre à un niveau supérieur à celui des écoles moyennes d'Horticulture et comporter des cours spéciaux de biologie, de systématique, de sylviculture, de géologie. Elle pourrait en outre devenir un centre de recherches forestières et permettre aux ingénieurs agronomes de Belgique qui se destinent au département des forêts d'y faire un stage de documentation. L'utilité de ce point de vue apparaît dès que l'on considère que les trois Instituts Agronomiques de Belgique : Gembloux, Louvain et Gand sont établis en dehors des grands districts forestiers et ne peuvent offrir qu'assez difficilement à leurs étudiants une occasion d'observations objectives. Le

nouveau centre établi à Spa permettrait un enseignement non livresque.

3.
RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

L'une des raisons d'être fondamentales des réserves est la perspective qu'elles offrent de soulever le voile qui nous cache encore beaucoup de phénomènes naturels. Ce n'est pas la place de développer l'intérêt et l'utilité scientifiques des études sur les phases d'évolution des êtres vivants ainsi que sur les lois qui les gouvernent.

Il suffit de signaler que les laboratoires universitaires ont partout été obligés de compléter leurs informations par des installations de fortune en pleine nature, à pied d'œuvre, dans les endroits où des travaux écologiques sont encore possibles. C'est ainsi qu'un assez grand nombre d'universités ont non seulement organisé des stations biologiques, mais ont acquis des terrains autour de celles-ci, afin, dans certains cas, d'y restaurer l'état sauvage et d'y continuer sans danger d'interruption les longues expériences nécessaires : dans les tourbières de Suède et du Danemark, dans le Wicken Fen en Angleterre, dans la Camargue et au Lautaret en France ; l'Université de Cornell (New-York) a créé le Wild Flower Preserve et le Mc Lean Bog ; celle de Yale a acheté 200 acres de terrain ; celle de North Caroline 950 acres, etc... ; des musées ont également suivi cette politique, pour la géologie notamment, le New York State Museum.

Il y a en outre des nécessités d'enseignement qui imposent le contact avec la nature, l'habitude du travail sur le vif en dehors des théories, des plantes séchées d'herbier et des animaux conservés à l'alcool ou empaillés.

L'Université de Liége a, depuis 1924, organisé le laboratoire du Mont Rigi qui a rendu de grands services aux

professeurs et étudiants, mais qui surtout a contribué largement à la connaissance des divers éléments des Hautes-Fagnes.

En ce qui concerne les Parcs Nationaux, le Comité de Direction de ceux-ci a le devoir de prendre en mains l'étude de leurs particularités propres. A peu près tous ont établi un laboratoire et un musée dont le directeur est un docteur en sciences, membre du personnel du parc.

A mon avis, il convient de créer dans la Réserve Nationale des Hautes Fagnes, un département spécial de recherches, d'enseignement et de vulgarisation. Ce programme implique l'édification d'un laboratoire et d'un musée et la nomination d'un personnel scientifique, un directeur et un ou plusieurs assistants en charge.

Ce laboratoire et ce musée constitueront un ensemble modeste et discret mais extrêmement utile.

LABORATOIRE.

Le laboratoire sera en contact avec l'Université ; il sera consacré spécialement aux travaux originaux, préparera l'enrichissement de nos connaissances sur la réserve. Il pourra donner des séances de cours d'été, avec démonstrations sur le terrain pour les étudiants d'université et d'enseignement secondaire (qui d'ailleurs viennent déjà chaque année en fagne et qui dorénavant seraient sous la conduite de guides particulièrement préparés). Il permettra le développement du musée.

MUSEE.

Le musée sera conçu comme un stand d'exposition, démonstratif et attrayant. Il mettra en évidence des cartes à grande échelle, des cartes géologiques, des modèles, des diagrammes, des dessins de structure, des images d'animaux et de plantes, des reconstitutions d'associations typiques, des photographies agrandies, des séries de diapositives en meubles

lumineux. Il y aura un dispositif pour projections fixes et cinématographiques. Il comportera en outre un amphithéâtre de plein air constitué de troncs d'arbres couchés sur le sol en guise de sièges.

La Station scientifique de l'Université de Liége réalise depuis treize ans cette double fonction de laboratoire et de musée. Elle y ajoute en plus le rôle extrêmement important de la vulgarisation et de la conduite d'excursions guidées et commentées. Il serait peut-être souhaitable de lui donner délégation dans le cadre des programmes de la Réserve et de l'aider dans ses éventuelles prestations supplémentaires par une réorganisation des locaux et la nomination d'un personnel fixe.

4.

VULGARISATION.

Les excursionnistes qui ont décidé de visiter la réserve nationale cherchent souvent à voir du nouveau et sont intrigués en beaucoup d'endroits. Si certains d'entre eux ne désirent que se reposer au grand air dans des paysages plus ou moins curieux, une majorité serait heureuse d'être informée.

La réserve nationale doit mettre à profit les exceptionnelles opportunités de vulgarisation qu'elle possède pour satisfaire le touriste désireux de s'instruire.

LE PERSONNEL.

Son personnel de gardes entraînés et compétents sera chargé de conduire gratuitement les groupes qui en font la demande, de donner des explications le long des sentiers et de faire voir les phénomènes intéressants mais non évidents.

LOCAUX.

Cette organisation implique d'une part, l'existence d'une sorte de bureau d'informations à chacune des entrées officielles du parc où seront logés certains gardes et d'autre part, au centre même de la réserve, près du musée et du laboratoire, un local qui serait le lieu de rassemblement des gardes et qui aurait la fonction administrative de coordonner les activités de vulgarisation pendant la saison d'été.

Tout ce qui concerne la récréation proprement dite : plaine de sports, jeux, etc... ne pourra être, en aucun cas établi dans la réserve nationale, mais trouvera place dans le programme d'urbanisation de Spa et de ses environs.

5.

ORGANISATION.

La Réserve Nationale des Hautes Fagnes, étant un conservatoire des faciès naturels mis pour toujours à la disposition d'une collectivité qui en a besoin pour le progrès des Sciences, pour son instruction et pour son délassement, doit être considérée comme un sanctuaire. Par conséquent son programme et son organisation ne peuvent être confondus avec ceux du Comité de Spa où il s'agit d'un « Pleasures Resort ».

Elle sera gérée par un Comité de Direction indépendant de celui qui sera responsable de Spa et de ses environs.

Ce Comité sera responsable devant une Commission composée de personnes compétentes dans les diverses questions soulevées par les nécessités d'organisation de son programme : universitaires, naturalistes, forestiers, représentants des Communes, personnalités particulièrement actives dans la protection de la nature.

Le Comité Directeur de la Réserve Nationale des Hau-

tes Fagnes sera constitué d'un certain nombre de personnes choisies parmi la Commission. Le Président sera nécessairement un homme de Sciences ; le Secrétaire sera un homme d'administration.

Le Comité de Direction de la Réserve sera chargé de l'exécution des décisions prises dans le cadre du programme d'ensemble promulgué par décret.

Ce Comité assurera donc la gestion du Parc National par :

une politique active de dispositions protectrices sur les fagnes domaniales ;

une collaboration directe avec les services des Eaux et Forêts dans la réalisation de la nouvelle politique de restauration des forêts naturelles dans le cadre des études scientifiques ;

des négociations avec les autorités communales en ce qui concerne les fagnes et les bois appartenant à celles-ci, de manière à établir progressivement la restauration des faciès primitifs (échanges de terres, prise à bail, etc...) ;

des contacts avec les particuliers et règlement, autant que possible à l'amiable, des questions d'utilité publique.

Il assumera seul la surveillance du Parc au moyen des gardes qui relèveront directement de son autorité.

Il désignera un conservateur qui sera responsable devant le Comité de Direction de la réalisation :

1) du travail scientifique dans le laboratoire ;

2) de l'organisation du Musée ;

3) de la surveillance de la Réserve au moyen des gardes placés sous ses ordres ;

4) de l'organisation du programme de vulgarisation au cours d'excursions guidées.

Comme les terres communales et privées devront, sur certains points, se plier aux nécessités de l'organisation d'ensemble, il conviendra d'étudier un système de dédommagements. Je proposerais de procéder comme en Suisse pour le Parc National de l'Engadine : l'Etat Fédéral a pris sur ces terres un bail de location pour 99 ans. Ce moyen aurait en Belgique l'avantage de permettre la réalisation rapide des dispositions protectrices qui sont exposées dans mon rapport et qui sont très urgentes. De plus, il pourrait satisfaire les propriétaires qui recevraient un revenu suffisant de leurs terres fagnardes tout autant que les administrations communales dont les budgets seraient à l'abri d'éventuels déficits.

6.

PREMIERES MESURES A PRENDRE.

1) *Arrêt du drainage des tourbières.*

2) *Placement de vannes aux grands fossés pour ralentir le dévallement torrentiel des eaux de pluie qui résulte de la campagne d'assainissement du haut plateau.*

3) *Interdiction de planter des résineux en peuplements artificiels, en carrés.*

4) *Les pessières établies sur tourbe, lorsqu'elles auront été normalement exploitées, ne seront pas remplacées.*

5) *Une étude sera entreprise pour la restauration des forêts de feuillus mélangées dans un faciès aussi primitif que possible.*

6) *Les bonnes terres seront occupées, selon les endroits, soit par ces dernières forêts, soit par la végétation des landes.*

7) *Les tourbières seront, partout où elles existaient, réinstallées.*

8) *Le pacage sera complètement interdit.*

9) *La suppression de couper le foin des fagnes sera étudiée.*

10) *La chasse et la tenderie seront interdites.*

11) *Toute entreprise d'agriculture, de mines, de nouveaux barrages, de constructions également.*

12) *Programme de sentiers non aménagés pour excursionnistes entraînés.*

13) *Programme de sentiers entretenus pour le grand public, avec préparation des endroits de pique-nique.*

14) *Pas de sentiers touristiques internationaux à travers la fagne.*

15) *Installation de camps pour automobilistes.*

16) *Interdiction de stationner avec auto, autocar, moto, etc..., le long des routes et dans les coupe-feux.*

17) *Préparation de quelques endroits pour camping.*

18) *Organisation des grandes entrées de la Réserve et du service d'information, maison, gardes, brochures, etc...*

19) *Organisation des petites entrées.*

20) *Publication des listes d'animaux et de plantes intéressants à ne pas effrayer ou à ne pas cueillir.*

21) *Interdiction des pièges à poteaux.*

22) *Création d'une série d'étangs avec plage nue.*

23) *Délimitation chaque année, des zones spéciales où*

il sera absolument interdit de circuler sauf pour la surveillance des animaux et des associations végétales, et pour les observations scientifiques.

24) Préparation de nichoirs.

25) Etudes des équilibres entre animaux prédateurs et non-prédateurs, lutte contre les rongeurs, insectes nuisibles, etc...

26) Organisation de la surveillance : police contre le braconnage, les divers contrevenants aux dispositions protectrices ; observations sur les phénomènes biologiques et géographiques par des gardes initiés, etc...

27) Création d'une école forestière à Spa, en remplacement du système actuel d'instruction itinérante pour des gardes.

28) Organisation d'un laboratoire, d'un musée, d'un local central d'administration.

29) Nomination d'un assez grand nombre de gardes initiés (un plus grand nombre qu'il n'y a de gardes forestiers dans la région à l'heure actuelle ; et avec un salaire plus élevé).

30) Désignation d'un conservateur en charge.

Ray. BOUILLENNE

Professeur à l'Université de Liége
Directeur de la
Station Scientifique du Mont Rigi
Membre du Comité de Direction
de l'Institut des Parcs Nationaux
du Congo Belge.

JUILLET 1937.

Littérature à consulter.

1. **ADAMS CH. C.** : The importance of preserving wilderness conditions. (from New-York State Museum Bulletin 279, 1929).

1 bis. **ALT E.** : Klimakunde von Mittel und Süd Europa. — Berlin, Borntraeger, 1932.

2. **ANGENOT H.** : Pour la Fagne. — Le Journal, Verviers, août-septembre 1910.

3. **ANNALES PARLEMENTAIRES** : Question de M. le Député MALEMPRE. — Chambre des Représentants, 10 novembre 1908.

4. **BAAS BECKING L. G. M. & NICOLAI E.** : On the Ecology of a Sphagnum Bog, by Members of the Leidsche Biologen Club. — Blumea, vol. I, N° 1, pp. 10-45, 25 août 1934.

5. **BIGWOOD** : diverses publications. — Société Belge de Biologie.

6. **BOMMER CH.** : Conseil supérieur des forêts. Conservation du caractère naturel des parcelles dénudées ou incultes. — Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique, année 1902, p. 338 et p. 447.

7. **BONJEAN A.** : Plantations routières et Réserves Nationales. — Bulletin des Commissions Royales d'Art et d'Archéologie, LXIX^e année, 1930.

8. **BOOBERG G.** : Julamossen - Ymsen - Fredsbergsmossen. Ett intressant torvmarkskomplex. — Svenska Mosskulturforeningens tidskrift N° 2, 1924.

9. **BORZA AL.** : The problem of the protection of nature in Roumania. — Congrès des Naturalistes de Roumanie, Cluj, 1928, Compte-rendu et Travaux, pp. 94-127, pl. II-IX.

10. **BOUDRU M.** : La réserve naturelle dans les Hautes-Fagnes de Belgique. — Bulletin de la Société Centrale Forestière de Belgique, 44^e année, N^os 4-5, avril-mai 1937, pp. 151-200.

11. **BOUILLENNE R.** : Evolution récente de la végétation des Hautes-Fagnes du plateau de la Baraque Michel. — Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. LVIII, fasc. 2, 1926.

Pour l'étude des Fagnes Belges. — Bulletin des Alumni, juillet 1930.

Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel. — Annales de la Société Géologique de Belgique, t. LVII, N° 5, février 1934.

Sur la préservation de la nature. — Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. LXX, N° 1, pp. 60-65, 1937.

12. **BOUILLENNE R. & M.** : Contribution à la phytogéographie des Hautes-Fagnes en Belgique. — Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. LXVIII, N° 1, 1935.

Les viviers du plateau de la Baraque Michel. — Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liége, 6e année, N° 12, pp. 404-427, décembre 1937.

13. **BRAUN-BLANQUET Gabr.** : Recherches phytogéographiques sur le massif du Gross Glockner (Hohe Tauern). — Station Intern. de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier, communication N° 13, 1931.

14. **BRAUN-BLANQUET J.** : Zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Grossen Atlas. — Festschrift Hans Schinz, Beiblatt Nr. 15 zur Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich. LXXIII, 1928.

Pflanzensoziologische Beobachtungen in der Nordeifel. — Sitzungsberichten des Bot. und Zool. Ver. 1928.

Les survivants des périodes glaciaires dans la végétation méditerranéenne du Bas-Languedoc. Leur valeur indicatrice et leur signification pratique. — Station Intern. de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier, communication N° 16, 1932.

15. **BRAUN-BLANQUET J. & PAVILLARD J.** : Vocabulaire de Sociologie Végétale. — Montpellier, Imprimerie Roumégous et Déhan, 3me édition, 30 mai 1928.

16. **BRAUN-BLANQUET J. & WALTER H.** : Zur Okologie der Méditerranpflanzen (Untersuchungen über den osmotischen Wert. — Jahrbuchern fur wissenschaftliche Botanik, Band 74, Heft 4/5, pp. 697-748, 1931.

17. **COMHAIRE CH.-J.** : La conservation des Hautes-Fagnes. — Société d'Anthropologie de Bruxelles, séance du 27 novembre 1911.

18. **COMITE DE DEFENSE DE LA FAGNE** : un feuillet in 4°, S. L. N. D., Septembre 1911.
Convocation pour la séance du 26 octobre 1911. — Double feuille in 8°, S. L. N. D.

19. **COMMISSIONE REALE DEL PARCO** : Il parco nazionale del Gran Paradiso. — Torino, Tipografia Sociale Torinese, 1925.

20. **CONWENTZ H.** : Beiträge zur Naturdenkmalpflege. — Berlin, 1907-08, deux volumes.

Naturschutzgebiete. — Natur, 3° Jahrgang, Heft 1/2, Oktober 1911.

21. **DE CLERMONT R., GROS-MAYREVIEILLE F., DE NUSSAC L.** : Compte-rendu du premier Congrès International pour la Protection des Paysages (Paris, 17-20 octobre 1909). — Société pour la Protection des Paysages de France, rue de Grammont, 26, Paris, 1910.

22. **DE LATTIN A.** : Voor de Duinen onzer Vlaamsche Zeekust. — Uitgegeven door de vereeniging tot behoud van Natuur en Stedenschoon te Antwerpen in 1912.

23. **DE MUNCK E.** : Le classement et la conservation des sites et des monuments naturels en Belgique. — Compte-rendu des travaux du IV^e^ Congrès International d'Art Public, Bruxelles, 8-12 octobre 1910.

Proposition à la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie en vue de sa participation à la protection des monuments naturels. — Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, tome XXVI, pages 80-84, 16 avril 1912.

Der Schutz der Naturdenkmäler in Belgien. — Heimatschutz, herausgegeben vom Geschäftsführenden Vorstand des Bundes Heimatschutz, Jahrgang 8, Heft 2/3, pp. 82-90, 1912.

24. **DEPARTMENT OF COLONIZATION, MINES AND FISHERIES** : The Laurentides National Park. — Québec.

25. **DEPARTMENT OF THE INTERIOR, CANADA** : The National Parks act. — Ottawa, September, 1, 1930.

National Parks of Canada. — Annual Report of the Commissioner. — Ottawa, March 31, 1935.

26. **DE WITTE G. F.** : Exploration du Parc National Albert. — Mission G. F. De Witte (1933-1935) fascicule 1 : Introduction. — Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles, 1937.

27. **DIDIER CH.** : Un premier parc national en Wallonie. — Liége, Imprimerie Industrielle et Commerciale.

28. **DOKTUROWSKI W. S.** : Die Sukzession der Pflanzenassoziationen in den russischen Torfmooren. — Veroffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich, 4, Heft, 1927.

29. **DUBOIS CH. (abbé)** : Comment excursionner en Fagne ? — Courtrai, éditions Jos. Vermaut.

Le Trô Marèts, type du torrent fagnard. Description géologique, botanique et touristique du cours du Trô Marèts.

30. **DUBOIS CH. & BALTER V. (abbés)** : Contribution à la Carte Archéologique de la Belgique, Province du Luxembourg. — Annales de l'Institut Archéologique du Luxembourg, 1936.

31. **ERDTMAN G.** : Pollen-Statistics : a new research method in paleo-ecology. — Science, vol. 73, N° 1893, pp. 399-401, april 10, 1931.

Litterature on Pollen-Statistics and related topics published 1930 and 1931. — Geologiska Foreningens I Stockholm Forhandlingar, bd. 54, H. 4, pp. 395-418, nov.-déc. 1932 .

32. **FEDERATION DES SOCIETES POUR LA PROTECTION DES SITES ET DES MONUMENTS NATURELS ET HISTORIQUES DE LA BELGIQUE** : Statuts. — Bulletin trimestriel de la Société Nationale pour la Protection des Sites et des Monuments en Belgique, N^{os} 16 et 17, pp. 144-147, février 1914.

33. **FETTWEIS F.** : Uber das Vorkommen von **Peucedanum Ostruthium** in der nordwestlichen Eifel und im Venn. — Decheniana, Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens, Band 94, pp. 199-204, 1937.

34. **FIRBAS F.** : Contribution à l'histoire postglaciaire des Forêts des Cévennes Méridionales. — Station Intern. de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier, communication N° 15, 1932.

35. **FOURMARIER P.** : Compte-rendu de la session extraordinaire de la Société de Géologie de Belgique, à Sourbrodt, du 28 au 31 août 1920. — Annales de la Société de Géologie de Belgique, tome XLIII, pp. B. 269-300, 1920.

36. **FRAIPONT CH. & LECLERCQ S.** : Sur la nature du sous-sol à Sourbrodt. — Annales de la Société de Géologie de Belgique, tome XLVIII, pp. 283-284, 1925.

37. **FREDERICQ L.** : La faune et la flore glaciaires du plateau de la Baraque Michel. — Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 1904, pp. 1263-1320.

38. **FURRER E.** : Pollenanalytische Studien in der Schweiz. — Beiblatt zur Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 72, N° 14, pp. 1-38, 1927.

39. **GASTHUYS P.** : Les Parcs Nationaux du Congo Belge. — Bulletin Agricole du Congo Belge, volume XXVIII, N° 3, pp. 363-388, septembre 1937.

39 bis. **GRINNEL AND STORER.** Berkeley, 1924.

40. **HARD AV SEGERSTAD F.** : Pflanzengeographische Studien im nordwestlichen Teil der Eichenregion Schwedens. I und II. — Arkiv for Botanik, uitgivet av K. Svenska Vetenskapsakademien, Bd. 27 A, N° 1, pp. 1-405, 1935.

41. **HARKIN J. B.** : National Parks of Canada. Annual Report of the Commissioner. Fiscal yaer ended March 31, 1935. — Printed by J. O. Patenaude I. S. O., King's Printer, Ottawa, 1935.

42. **HEINIS F.** : Beiträge zur Mikrobiocoenose in alpinen Pflanzenpolstern. — Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1936, pp. 61-76, Zurich, 1937.

43. **HOERING P.** : Moornutzung und Torfverwerkung mit besonderer berucksichtigung der Trockendistillation. — Berlin, 1921.

44. **HUBER BR.** : Mikroklimatische und Pflanzentemperaturregistrierungen mit dem Multithermographen von Hartmann et Braun. — Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Band LXXXV, Heft 5, pp. 671-709, april 1937.

45. **KUHNHOLTZ-LORDAT G.** : Les foyers permanents. — Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole, fasc. 3, mars 1933.

Reconstitution de l'ambiance perdue de la Sylve méditerranéenne. — Annales de l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier, fasc. II, pp. 103-112, sept. 1936.

46. **KUHNHOLTZ-LORDAT G., DUCAMP R. & FLAUGERE A. :** Phytosociologie et science forestière : hypothèses et réalités. — Annales de l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier, tome XXII, fasc. III, pp. 217-235, novembre 1933.

47. **LIEGEOIS P. G. :** A propos de la découverte de sources carbogazeuses dans l'Hertogenwald. — Ann. Soc. Géol. de Belg., vol. 54, pp. 27-35, 1930-31.

48. **LIEGEOIS P. G. & NYS L. :** Le régime hydrologique des Hautes-Fagnes. — Annales Soc. Géologie de Belgique, vol. 57, pp. 100-109, 1933-34.

49. **LUDI W. :** Mikroklimatische Untersuchungen an einem Vegetationsprofil in den Alpen von Davos. — Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1936, pp. 36-60, Zürich, 1937.

Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation. — Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Festband Rübel, Band 46, pp. 632-681, 1936.

50. **MARIÉ P. :** Parcs et Réserves d'histoire naturelle en France et aux colonies françaises. — Revue du Cercle des Alumni de la Fondation Universitaire, tome VI, N° 1, pp. 1-18, octobre 1934.

51. **MASSART J. :** Pour la protection de la nature en Belgique. — Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique ,vol. 51, fasc. II, pp. 1-308, 1912.

52. **NEGRE G. :** La tourbe. — Paris, librairie Doin, 222 pages, 1927.

53. **NELSON B. W. :** State Recreation. Parks, Forests and Game Preserves. — Washington, D. C., National Conference on State Parks, Inc., 1928.

54. **NILSSON A. :** Sydvenska Gienghedar. — Tidskrift for Skogshushollning, 1901.

55. **PARC NATIONAL ALBERT :** Congo Belge, 1934. — Bruxelles, rue Montoyer, 21.

56. **PIRARD L. :** Protection des Monuments et des Sites. — Conseil Provincial de Liége, séance d'ouverture du 2 octobre 1933.

57. **POLAK B. :** Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het hollandsche Veen. — Amsterdam, academisch proefschrift, 20 novembre 1929.

Ueber Torf und Moor in niederländisch Indien. — Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Afdeeling Natuurkunde. (Tweede Sectie) Deel XXX, N° 3, pp. 1-85, 1933.

57 bis. **RAHIR E.** : Réserves naturelles à sauvegarder en Belgique. Préface par le Comte Carton de Wiart. Etudes publiées par les soins de E. Rahir, rédigées par de nombreux auteurs. — Edité par la Fédération Nationale pour la Défense de la Nature, Bruxelles, 1931.

58. **RAHIR E.** : Sites de la Haute Belgique à sauvegarder. — Edité par la Fédération Nationale pour la Défense de la Nature, avec le concours du Touring-Club de Belgique, des Amis de la Commission Royale des Monuments et des Sites et des Amis de l'Amblève. Bruxelles, 1933.

59. **RENIER A.** : Compte-rendu de la session extraordinaire de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, tenue à Eupen les 7, 8, 9 et 10 septembre 1925. — Bulletin de la Société belge de Géologie, tome XXXV, pp. 174-249, 1925.

60. **ROBYNS W.** : Les Parcs Nationaux du Congo Belge. — Revue des Questions scientifiques, 5me série, pp. 161-182, mars 1937.

61. **RUBEL E.** : Pflanzensoziologischer Aufbau. — Nova Acta Leopoldina, neue Folge, Band 4, Nummer 19, 141-156, 1936.

Plant communities of the world. — Essays in Geobotany in Honor of William Albert Setchell, pp. 263-290. — University of California Press, 1936.

62. **SCHOENICHEN W.** : Bilder aus den italienischen Nationalparken am Circeo und in den Abruzzen. — Beiträge zur Naturdenkmalpflege, Band XV, Heft 5, pp. 229-305, 1935.

63. **SCHROETER C.** : La protection de la Nature en Suisse. — Conférence publique faite à Bruxelles le 20 mai 1910. — Actes du IIIme Congrès International de Botanique, Bruxelles, volume II : conférences et mémoires, pp. 83-96, 1910.

64. **SCHWICKERATH M.** : Karte der Einstrahllungen bemerkenswerter Florenelemente in das Rheinstromgebiet nebst Erläuterungen. — pp. 67-72.

Die Waldgesellschaften des Reg.-Bez. Aachen unter Berücksichtigung des anschliessenden linksrheinischen Rheinlands. — Forstliche Wochenschrift. Silva, 22. Jahrgang, Nr 51/52, 21 Dezember 1934.

Ziele und Wege der pflanzensoziologischen Forschung im Rheinstromgebiet von Basel bis Emmerich. — Berichten der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik, Fedde, Rep. Beih. LXXXVI, pp. 41-59, 1936.

Die nacheiszeitliche Waldgeschichte des Hohen Venne und ihre Beziehung zur heutigen Vennvegetation. — Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt. Neue Folge, Heft 184, pp. 1-83, Berlin, 25. November 1937.

65. **STAMM K.** : Glazialspuren im rheinischen Schiefergebirge. — Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens, v. LXIX, 1912.

66. **STARK P. & OVERBECK F.** : Zur Waldgeschichte Schlesiens. — Planta Archiv. für wissenschaftliche Botanik, 8. Band, 3. Heft, pp. 341-363, 9. August 1929.

67. **STORY I. F.** : The national Parks and emergency Conservation. — United States Department of the Interior, National Park Service, pp. 1-32, Washington, 1933.

Glimpses of Our National Parks. — United States Department of the Interior, National Parks Service, pp. 1-94. Washington, 1936.

68. **SZAFER W.** : The Significance of Isopollen Lines for the Investigation of the Geographical Distribution of Trees in the post-Glacial Period. — Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Série B : Sciences Naturelles (1), pp. 235-239, 7 octobre 1935.

Forest Reservations at Szutromince in Podolia. — Nadbitka z « Ochrony Przyrody », pp. 10-22. — Rocznik 16, 1936.

69. **THIEL** : Rapport à l'Administration des Eaux et Forêts, 28 novembre 1928.

70. **TOLSON H. A.** : Laws relating to the National Park Service, the National Parks and Monuments. — United States Department of the Interior, National Park Service, pp. 1-318. Washington, 1933

71. **VANDERLINDEN E.** : Sur la distribution de la pluie en Belgique. — Institut Royal Météorologique de Belgique, mémoires, volume II, pp. 1-50, 1927.

72. **VANHOVE D.** : Etude pluviométrique sur le bassin de la Meuse. — Académie Royale de Belgique. Classe des Sciences, tome LXII, pp. 1-30, 1 février 1902.

73. **VAN STEENIS C. G. G. J.** : Cycles of drought and reafforestation in the U. S. A. seen in the light of the new botanical hypothesis of deserts in general. — Bulletin du Jardin Botanique de Buitenzorg, série III, vol. XIV n° 1, pp. 50-55, décembre 1936.

74. **VAN STRAELEN V.** : Les Parcs Nationaux du Congo Belge. — Contribution à l'étude des réserves naturelles et des Parcs Nationaux. — Mémoires de la Société de Biogéographie, pp. 181-210, 1937.

Les Parcs Nationaux et la protection de la nature. — Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles, 1937.

75. **VON POST L.** : Problems and Working-lines in the Postarctic Forest History of Europe. — Section E. Phytogeography and Ecology, Stockholm.

76. **WALTER H.** : Ist die Prärie von Natur aus Baumlos ? — Geographischen Zeitschrift, 41. Jahrgang, Heft 1, pp. 16-26, 1935. Die Vegetationsverhältnisse in der Namib-Nebelwüste (Deutsch -Südwestafrika). — Forschungen und Fortschritte, 12. Jahrgang, Nr. 23/24, pp. 293-294, 10-20. August 1936.

Okologische Pflanzengeographie. — Fortschritte der Botanik, Funfter Band, pp. 245-268, 1936.

77. **WALTER H. & WALTER E.** : Beiträge zur Okologie des Wasserhaushaltes der Pflanzen. — Arbeiten der I. Abteilung des Ungarischen Biologischen Forschungsinstitutes, pp. 52-59, 1930.

78. **X..., de Dolhain** : Contre les inondations. — La Meuse Rose, 11 novembre 1910.

79. **X...** : Les inondations de la Vesdre. — Compte-rendu de l'Assemblée Intercommunale tenue le 22 décembre 1910 à la Maison Communale de Pepinster. — La Meuse Blanche, 23 décembre 1910.

Table des matières

Pages

AVANT-PROPOS 5

CHAPITRE I.

L'ETAT DE LA QUESTION DES RESERVES EN BELGIQUE ET A L'ETRANGER.

1. LA DEFENSE DES SITES BELGES 7
   - Action de l'opinion publique 10
   - Création de la section des sites 11
   - Résultats obtenus avant 1914 12
   - Reprise des activités pour la protection de la nature . 14
   - La Station Scientifique du Mont Rigi 15
   - La défense de la Fagne Wallonne 16
   - Entreprise du Comité belge de l'Office de Documentation et de Corrélation pour la protection internationale de la nature 20
   - Accord avec la commune de Jalhay 22
   - Tentatives récentes pour la protection des Hautes-Fagnes 23
   - Conclusions 26
2. LES PARCS NATIONAUX ETRANGERS 32

CHAPITRE II.

DEFINITION ET JUSTIFICATION DES PARCS NATIONAUX. 39

NECESSITE DU MAINTIEN DES CONDITIONS NATURELLES PRIMITIVES 41

1. ASPIRATIONS NOUVELLES QUI SE SONT MANIFESTEES AU COURS DES TEMPS MODERNES . . 41
2. INFLUENCE MODERATRICE DES RESERVES SUR LES CONSEQUENCES DES FACIES NATURELS . . 46
   - Dangers de l'absence de mesures protectrices . . . 48
   - Première réaction contre les ruptures d'équilibre . . 53
3. CONCLUSIONS. — NECESSITE D'UNE INTERVENTION ADEQUATE ET COORDONNEE 56

CHAPITRE III.

POSITION DU PROBLEME DE LA PRESERVATION DE LA NATURE DANS LES HAUTES-FAGNES. 59

1. LA FLORE 64
   Associations végétales spontanées 66
   Plantations de résineux 68
2. LES TOURBIERES 69
   Sous-sol 73
   Sources des Setch-champs 75
   Nappe aquifère de la tourbe 78
   Régulation des eaux 80
   Evolution naturelle des Associations végétales . . . 87
   Evolution régressive en conséquence du drainage . . 93
      A. La végétation 93
      B. La tourbe 95
         Résumé 98
      C. Le climat local 101

CHAPITRE IV.

EXAMEN ET DISCUSSION DES MESURES A PRENDRE POUR LA PERSERVATION DE LA NATURE DANS LES HAUTES-FAGNES. 107

1. LES LANDES 108
2. LES FORETS 110
   A. Peuplements de résineux 111
   B. Forêts de hêtres et de chênes 113
   C. Conclusions 117
3. LES TOURBIERES 118
4. LA FAUNE 119
   A. Chasse, tenderie, pâture, pêche 120
   B. Conclusions 121
   C. Etude spéciale sur les oiseaux, par M. Alfred VAN BENEDEN 123

CHAPITRE V.

POSITION DU PROBLEME DU TOURISME DANS LES HAUTES-FAGNES. 135

1. LES VISITEURS 136
   A. A pied 137
   B. Par autocars, autos, motos, vélos 138
2. LES ITINERAIRES 139
   Sentiers sauvages 139
   Sentiers organisés 140

3. LES ENTREES 142
Information et organisation 142
Parcs pour autos et Camps 143
Camping 144

CHAPITRE VI.

CONCLUSIONS GENERALES 145

1. ARRET DES CAUSES D'ALTERATION DES FACIES PRIMITIFS 147
L'agriculture 147
Les mines 148
Les barrages 148
La pâture et le foin 148
La chasse 149
Les constructions 149
Les forêts 150
2. SURVEILLANCE 155
Les gardes de la réserve 155
Ecole forestière 156
3. RECHERCHES SCIENTIFIQUES 157
Laboratoire 158
Musée 158
4. VULGARISATION 159
Le Personnel 159
Locaux 160
5. ORGANISATION 160
6. PREMIERES MESURES A PRENDRE 162

LITTERATURE A CONSULTER 165

TABLE DES MATIERES 175

■

Imp. J. PLUMHANS
Verviers

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*
Séance du 18 novembre 1937, n° 11.

L'action des phytohormones sur la croissance, la division des cellules et l'organogenèse (1),

par Raymond BOUILLENNE.

Chez les plantes supérieures, le développement des pousses feuillées et des racines est caractérisé dès la germination de l'embryon :

1° Par la permanence au sommet des tiges et à l'extrémité des racines d'une portion de tissu embryonnaire qui garde la pro-

(1) Rapport rédigé à la demande de l'Institut international de Coopération intellectuelle, et présenté à la réunion d'étude sur les Phytohormones organisée à Paris les 1er et 2 octobre par cet Institut en collaboration avec les Unions internationales des Sciences biologiques et de Chimie pure et appliquée.

priété d'être génératrice de cellules, normalement, jusqu'à la mort de l'individu entier; cette portion est le prolongement des tissus et substances de l'embryon; elle est très riche en protéines et les cellules ne sont pas vacuolaires;

2° Par l'élongation, d'ordinaire sans divisions nouvelles, des cellules issues des tissus méristématiques; les cellules deviennent vacuolaires. Au cours de la germination de l'embryon, cette élongation se manifeste précocement dans certaines régions des hypocotyles des Dicotylées et dans les coléoptiles ou les pétioles cotylédonaires des Monocotylées;

3° Par l'organisation d'une structure déterminée de tiges et feuilles, d'une part, et de racines, d'autre part. Il est considéré comme très rare le cas où un méristème de tige peut se transformer en méristème de racine et inversement. La phase d'élongation et celle de différenciation peuvent, dans beaucoup de cas, être simultanées.

Ces trois phases aboutissent donc à créer de nouvelles portions de ces organes qui s'ajoutent aux anciennes. Elles en occupent les régions terminales sur une longueur variable selon les espèces. Les zones des cellules se trouvant à chacune des phases est difficile à discerner.

Pendant toute la durée de la vie de la plante, les méristèmes restent des tissus générateurs de cellules; ils subissent, depuis l'embryon, les états successifs de l'organisme : jeunesse, adolescence, état adulte, sexualisation, vieillesse (Bouillenne, 1928).

Les cellules, qui viennent de se former par les activités des méristèmes, qui subissent la phase d'élongation et qui entreprennent leur différenciation, finissent par constituer des ensembles de tissus. Ceux-ci s'organisent en structures, soit de racines, soit de pousses feuillées, etc... Dans un même organe, la structure particulière de celui-ci se maintient de niveaux en niveaux, mais elle manifeste par des modalités successives l'évolution ontogénique de l'individu : modèles des structures de tiges, décrits par A. Gravis (1886-1896); formes et dimensions des feuilles (cotylédons, feuilles primordiales, feuilles normales, bractées).

Les nombreux travaux parus depuis une dizaines d'années sur les facteurs de l'organogénèse, ainsi que les résultats obtenus dans nos laboratoires m'engagent à confronter l'ensemble des faits et à proposer certaines hypothèses de travail. Je traiterai des problèmes de la croissance et de l'organogénèse en rapport avec l'auxine et les phases de vie du végétal.

*
* *

Le premier fait qui frappe dans la littérature est que le rôle stimulateur des auxines dans la croissance des cellules a été établi surtout sur le coléoptile d'*Avena* et certains hypocotyles, tandis que le rôle si curieusement inverse d'inhibiteur de la croissance a été surtout établi sur les racines et les bourgeons.

Il convient de préciser plusieurs points :

1° Les phénomènes généralement appelés croissance s'adressent uniquement au processus de la phase d'élongation des cellules. En effet, à l'âge qu'ont les coléoptiles d'*Avena* au moment des expériences, il n'y a plus de mitoses (Avery et Burkholder, 1936, et aussi Tetley et Priestley, 1927);

2° La partie qui s'allonge d'abord est la base du colépotile. Quand le coléoptile approche la maturité et que la base arrête toute élongation, le sommet se met à croître. En dehors de la zone apicale qui ne s'allonge pas encore et d'où les auxines diffusent vers les parties inférieures, les zones de plus rapide croissance en longueur se sont montrées posséder la plus grande quantité d'auxine (Avery et Burkholder, 1936);

3° L'action de l'auxine n'est pas continue. Le coléoptile d'*Avena* n'est sensible aux auxines qu'à un certain stade de développement. Avant et après cette période, il ne manifeste pas de réaction (Du Buy, 1936);

4° L'allongement d'un hypocotyle est proportionnel à la quantité d'auxine inactivée dans les tissus en voie d'élongation (Thimann, 1936).

LOCALISATION DES AUXINES

Nous pouvons rassembler les faits suivants sur l'existence des substances de croissance dans les différentes parties de la pousse feuillée, des graines, des fruits, des racines.

1° Le bourgeon principal en voie d'allongement est riche en auxines (Zimmerman, 1936).

Les bourgeons terminaux de la tige principale en ont plus que ceux qui poussent sur les rameaux.

Les bourgeons axillaires, *en repos*, se trouvant sous forme méristématique, n'en ont pas. Ce n'est que lorsque l'élongation commence que les auxines y apparaissent (Czaja, 1934, sur bourgeons éclatés d'*Aesculus Hippocastanum*) (Zimmerman, 1936).

Le récent travail d'Avery et Burkholder (1937), sur la production et la distribution de l'auxine dans les pousses feuillées

d'*Aesculus* et *Malus*, montre très bien que la teneur en auxine à partir de mars, époque à laquelle les bourgeons sont encore latents (non encore gonflés), jusqu'en octobre, au moment de la chute des feuilles, varie de zéro en mars (bourgeons dormants) à un maximum au milieu de mai, quand le bourgeon est en pleine élongation.

2° Les feuilles et notamment les jeunes feuilles en voie de croissance en contiennent beaucoup (Laibach, 1933), surtout les parties basales en voie d'allongement (Avery, 1935). L'auxine disparaît progressivement à partir de l'extrémité apicale dans les vieilles feuilles.

3° Dijkman (1934) trouve que la croissance dans l'hypocotyle de *Lupinus* est proportionnelle à la quantité d'auxine. Dans la plante entière de *Zea Maïs* et de *Helianthus annua* au cours de leur développement ontogénique, Laibach (1936) met en évidence des variations intéressantes :

Il obtient pour *Zea Maïs* une diminution progressive de teneur en auxine avec un minimum au moment de la floraison et une remontée à la fructification, moment où se fait d'ordinaire dans beaucoup de plantes une nouvelle poussée de croissance (voir aussi Snow, 1937).

De Haan et Gorter (1934) ont constaté que les longueurs de deux variétés de *Pisum sativum*, l'une très longue (beaucoup d'entre-nœuds et grande longueur de ces entre-nœuds), l'autre plus courte (moins grand nombre de nœuds et entre-nœuds plus courts), sont en relation avec des quantités d'auxine différentes, tandis que la pression osmotique des cellules est identique dans les deux variétés.

Van Overbeek (1935) trouve que dans les plantules de *Vicia faba* (variété naine) l'auxine est détruite. Il met cette destruction en rapport avec une activité plus grande de catalase et de peroxydase. En élevant à 60° C. la température de germination de la variété « normale », il augmente l'activité des catalases qui y sont contenues et obtient des plantes analogues à celles de la variété « naine ».

Leeman (1936) a montré que les variations dans la croissance d'une série de biotypes d'*Epilolium hirsutum* et *E. parviflorum* sont dues à des teneurs différentes d'auxine.

4° Les auxines s'accumulent dans les graines où Meyer (1936) en a décelé dans les cotylédons, dans l'endosperme. Ce dernier auteur n'en trouve pas dans certaines plantes, sauf au moment de la fructification.

Laibach et Maschmann (1933), Dolffus (1936) font les mêmes

observations et en trouvent dans les fruits juteux. Les grains de pollen se révèlent très riches en auxines (Laibach, 1932, Went, 1934, Thimann, 1934).

5° Les racines possèdent également des auxines, dont la concentration est la plus forte au sommet et devient de plus en plus faible vers l'extrémité proximale (Boysen Jensen, 1933, Thimann, 1934). L'extraction de la substance de croissance ne s'effectue bien que lorsque l'on ajoute du glucose à 10 % à l'agar.

Ceci explique le fait que certains auteurs, utilisant de l'agar sans glucose, n'ont pas décelé la présence d'auxine dans les racines (Gorter, 1932).

Cependant, Van Raalte (1936) a montré que l'on peut extraire (méthode au chloroforme) des pointes radiculaires de *Vicia faba* environ trois fois plus d'auxine lorsqu'elles ont été au contact d'agar avec glucose, que de pointes radiculaires n'ayant pas été au contact d'agar glucosé. Ceci montre que la méthode d'extraction par agar glucosé est critiquable puisqu'elle amène la formation d'une quantité d'auxine supplémentaire dans la pointe de la racine.

TRAITEMENT PAR LES AUXINES

Les expériences où l'auxine est appliquée sur les divers organes ou parties d'organes montrent trois catégories d'action :

1° *Une action stimulatrice sur l'élongation* des coléoptiles, des hypocotyles, des entre-nœuds d'âge moyen (Snow), des pétioles (Laibach), des tiges (Thimann et Skoog, 1934).

2° *Une action retardatrice ou inhibitrice de la croissance.* Le Fanu (1935) publie que la croissance du bourgeon principal est inhibée quand il est plongé par un bout dans l'eau contenant de l'hétéroauxine.

Depuis les expériences de Thimann et Skoog (1934), il est admis que l'auxine appliquée sur la coupure d'une tige (*Vicia faba*), après enlèvement du sommet, cause l'inhibition du développement des bourgeons latéraux, proportionnellement à la concentration d'auxine.

Et on a émis l'hypothèse que, dans le phénomène bien connu de l'inhibition du développement des bourgeons latéraux par la tige principale, l'auxine jouait un rôle prépondérant.

Snow (1936) constate une inhibition sur l'allongement des entre-nœuds de *Pisum*, à condition qu'ils ne soient pas plus longs que 5 mm.

Mais il faut retenir que si ces entre-nœuds ont plus de 8 mm., l'auxine provoque leur allongement.

Pour les racines, l'auxine en solution provoque une inhibition de la croissance de la racine jeune (Cholodny, 1924; Went, 1936; Thimann, 1936, sur des racines de 1 mm. de longueur, *Avena*; Meester, 1936).

Cette action inhibitrice est proportionnelle à la concentration. En coïncidence avec cette action, tous les auteurs ont constaté une apparition de radicelles abondantes (voir 3°).

Comme pour les plantules de *Pisum*, cette action inhibitrice ne se fait sentir que sur des racines extrêmement courtes (généralement 2 mm. de longueur, confirmé par les cultures de racines *in vitro* [Fiedler, 1936; Delarge, 1937 (1)].

Cependant, l'auxine peut avoir une action comme stimulant de la croissance des racines, lorsqu'elles sont un peu plus longues au départ, après les toutes premières phases de la germination, et que la substance est appliquée non pas sur la racine elle-même, mais sur le scutellum (chez *Pisum*; Thimann, 1936).

3° *Une action stimulatrice sur les mitoses* dans les tissus à caractères méristématiques : cambium (Snow, 1935; Söding, 1936), dans les cotylédons de *Lupinus albus* (Jost, 1935), sur des tissus blessés par la coupure de tiges de jeunes Haricots, sur l'épicotyte décapité de *Vicia faba* (Laibach, 1935), dans les boutures de plantes âgées, sur des extrémités méristématiques de racines isolées en culture (Delarge, 1937).

Il en résulte l'apparition de cals sur tiges de *Coleus*, formation de racines nombreuses sur les boutures, les tiges, les feuilles, les racines, obtention de péricarpe juteux de Tomate sans fécondation (Gustafson, 1936).

Il convient de remarquer que dans presque tous les cas, l'apposition d'auxine provoque une mauvaise différenciation des éléments cellulaires nouveaux, des malformations, des inclusions de tissus conjonctifs, des sortes de proliférations et des tumeurs, analogues à celles que l'on obtient par injection de *Bacillus tumefaciens* (Söding, 1936).

En outre, certaines cellules deviennent anormalement grandes par élargissement diamétral, formant des intumescences comme sur les feuilles de Peuplier (La Rue, 1935), ou bien provoquant l'épaississement des tissus méristématiques des bourgeons et

(1) Observations non encore publiées, faisant partie d'un ensemble de recherches qui sera présenté prochainement comme thèse doctorale à l'Université de Liége.

surtout des racines, fait que beaucoup d'auteurs ont signalé depuis Cholodny (1924); Czaja (1935), etc.

Tous les faits, accumulés depuis dix ans sur ce sujet, se trouvent rassemblés en une monographie magistrale publiée par Boysen Jensen, et traduite en anglais par Avery et Burkholder (1936).

Ils semblent assez contradictoires : l'auxine agit tantôt comme une substance stimulante, tantôt comme une substance inhibitrice de la croissance.

Mais on remarque que l'*action stimulatrice d'élongation* s'adresse à des tissus cellulaires qui ne sont plus méristématiques, tandis que l'action inhibitrice s'adresse à des tissus à caractère embryonnaire : plantules très jeunes, bourgeons, pointes méristématiques.

L'*action stimulatrice de mitoses* intéresse aussi bien des tissus à caractères méristématiques (cambium) que des cellules différenciées.

Il devient alors évident qu'il faut mettre l'action de l'auxine en rapport avec la *phase de vie* des cellules (Lysenko, 1932).

*
* *

D'une manière générale :

1° Dans les tissus à cellules *en voie de division*, du type méristématique ou cambial, les auxines, à des concentrations *assez fortes*, agissent comme des excitants des activités mitotiques à la manière de tous les excitants physico-chimiques. Il en résulte que ces cellules en voie de division restent à la phase de cellules non différenciées, à protoplasme dense, sans vacuoles.

Mais elles provoquent aussi des malformations, feuilles soudées, phyllotaxie changée (M. et R. Snow, 1937), des épaississements de méristème radiculaire (Cholodny).

Cette constatation ne se vérifie qu'à la condition que les auxines soient appliquées directement sur les méristèmes des bourgeons, sur la pointe des racines, sur le cambium, sur les embryons entiers, aux toutes premières phases de leur germination et en concentration dépassant celle existant naturellement dans les tissus.

Elles provoquent également une formation de nouvelles racines abondantes, aussi bien sur les pointes radiculaires que sur les boutures des tiges.

De plus, les expériences montrent (Davies, Atkins et Hudson, 1937) que le développement des racines est stimulé dans des

portions de boutures au-dessus de la zone qui plonge dans une solution d'hétéroauxine, tandis qu'il est retardé là où les racines touchent la solution.

Mais l'expérience de Fiedler (1936) sur les pointes de racines en culture pure dans des solutions d'hétéroauxine en *faible concentration* montre une stimulation de l'élongation.

Nous considérons ce fait comme très important. En effet, l'auxine à cette concentration n'altère pas le méristème et, bien plus, est active comme *facteur d'élongation*.

2° Dans les tissus dont les cellules sont à *la phase d'élongation*, les auxines stimulent leur allongement. Elles entrent comme l'un des chaînons de la série des processus physico-chimiques qui aboutissent à l'augmentation de l'élasticité, de la plasticité des membranes cellulaires, ce qui permet à la pression osmotique de réaliser l'extension longitudinale du volume (Heyn, 1931).

Dans le cas si particulier des bourgeons axillaires, Boysen Jensen dit [1] : « Si l'hypothèse de Thimann et Skoog est correcte, il s'ensuit que l'auxine formée par les bourgeons peut inhiber et promouvoir leur développement ».

Cette contradiction, à mon avis, s'explique par les deux phases où les cellules des bourgeons se trouvent quand on étudie l'action de l'auxine.

Les bourgeons au repos sont presque entièrement constitués de tissus méristématiques (même si l'extrémité apicale des feuilles est déjà différenciée). A ce stade, l'auxine sur la tige principale coupée ne pourrait stimuler l'élongation des cellules des bourgeons latents (ceux-ci, d'ailleurs, n'en contiennent pas à l'état naturel). Dès lors, l'auxine pourrait apparaître comme une substance inhibitrice de l'élongation.

En réalité, dans les bourgeons latents, les cellules méristématiques ne pourraient, sous l'influence de l'auxine, franchir la phase où elles se trouvent et entrer dans la phase suivante d'élongation.

Pour qu'elle puisse agir, il faudrait que les bourgeons fussent réveillés; l'auxine seule ne peut pas provoquer le réveil des bourgeons (Boysen Jensen).

S'ils sont réveillés, les tissus de la base des bourgeons peuvent entrer dans la phase d'élongation. A cette phase, l'auxine qui

---

(1) BOYSEN JENSEN, *Growth Hormons in Plants*, p. 118, traduction anglaise, Mc Graw-Hill, 1936.

apparaît dans les feuilles du bourgeon agit comme accélérateur de l'élongation des cellules.

Ainsi s'explique le fait que l'auxine, substance accélératrice de l'élongation, *semble agir* dans certains cas comme substance inhibitrice.

Une analyse détaillée des expériences de Thimann et Skoog montre que l'auxine ajoutée aux blocs d'agar n'empêche pas la croissance, elle la retarde.

Nous pensons que les expériences si intéressantes de Thimann et Skoog devraient être reprises avec une étude approfondie de l'histologie des bourgeons axillaires.

3° *Les auxines ne sont pas des organisateurs de structure*, car les réactivations cellulaires qu'elles provoquent ne s'orientent pas vers des structures de tiges, de racines ou de tissus secondaires normaux.

Le cambium activé augmente en épaisseur; mais les cellules peuvent ne pas se différencier du tout et simplement épaissir leur membrane (Gouwentak, 1936), ou bien elle produisent des proliférations de tissus conjonctifs ayant même parfois pour résultat d'encombrer la circulation dans la tige. Söding (1936) postule à ce sujet la nécessité de l'existence d'hormones autres que les auxines pour la différenciation du cambium.

Les cals qui résultent de leur action et les racines qui se forment en coïncidence, d'une part, avec l'apparition de ces cals et, d'autre part, avec les proliférations intenses du cambium sont incontestables.

Mais peut-on considérer que les auxines sont directement responsables de la formation des racines?

Dans le cas d'une racine jeune, leur action sur le méristème provoque automatiquement la même réponse (apparition de racines latérales) que l'amputation du méristème, qu'une piqûre d'insecte (M^lle^ Fourcroy, 1937) ou même simplement l'arrivée du méristème à la phase de sénescence (Bouillenne, 1933), que la rencontre de la surface de l'eau, soit par les racines aériennes des Palétuviers (Bouillenne, 1933), soit par les tiges d'une liane tropicale (Zimmerman, 1935).

L'apparition des racines latérales n'est donc qu'en relation indirecte avec l'action des auxines.

Dans le cas des boutures, les cals et les proliférations cellulaires intenses ont pour résultat d'amener un encombrement de la translocation et une accumulation à ces endroits de substances organiques nécessaires à la constitution de structures radiculaires.

Bouillenne et Went (1933) montrent qu'il y a apparition de racines dans tous les endroits où il y a ralentissement ou arrêt du courant circulatoire du phloème (nœuds foliaires, ligature de la tige, coupure). L'étude sur plantules d'*Impatiens Balsamina* (Bouillenne, 1933) montre que la néoformation de racines dépend de trois facteurs principaux :

1° Un facteur de nutrition qui joue un rôle incontestable lorsque les plantules sont inanitiées et à l'obscurité. Dans les boutures de tiges, ce facteur limitant n'a pas l'occasion de faire sentir son action sur la formation des racines, car les essais sont généralement réalisés avec des boutures qui, ou bien sont assez âgées et ont des réserves, ou bien sont munies de leurs feuilles et sont exposées à la lumière.

2° Un facteur d'activation métabolique appliqué sous forme de tension d'oxygène augmentée (Bouillenne, 1933), sous forme de composés organiques les plus divers (carotène : Lazar, 1936) (Zimmerman, Laibach, Thimann, etc.).

3° Un facteur organogénique qu'il convient d'étudier plus spécialement, du fait que ceux qui furent proposés — rhizocaline (Bouillenne et Went, 1933), substances rhizogènes (Nemec, 1934), etc. — ont été assimilés aux auxines.

La question se pose de savoir si réellement il n'existe pas de substances spéciales responsables de l'orientation des différenciations cellulaires vers l'organisation de structures de pousses feuillées, de racines, d'organes floraux, etc., tout comme les *organisateurs* mis en évidence chez les animaux par Speedham, Needham, Ephrussi, et l'École allemande.

Il semble bien que des observations comme celles déjà anciennes de Dauphiné (1922) et celles plus récentes de Fourcroy (1933-1935), sur la différenciation accélérée des éléments vasculaires de racines dont le méristème a été traumatisé, soulèvent le problème très important pour l'étude du méristème : celui des localisations germinales.

En ce qui concerne les bourgeons, Nemec et son École, Bouillenne et Prévot (1935) ont montré combien la néoformation des bourgeons et celle des racines sont indépendantes l'une de l'autre. Les rapports entre auxine et néoformation des bourgeons, c'est-à-dire constitution de nouveaux méristèmes de pousses feuillées à partir de cellules différenciées, n'ont pas encore été bien définis.

Prévot (1933-1937), dans *Begonia Rex*, tente d'aborder la détermination des facteurs positifs de cette néoformation, en étudiant les activités physiologiques qui caractérisent les tissus au cours

du phénomène. Il trouve que les conditions qui favorisent ou imposent l'anaérobiose des tissus provoquent la néoformation des bourgeons.

Kakesita (1930) avait déjà pu démontrer que l'anaérobiose favorise également le réveil des bourgeons préformés dans les dents des feuilles de *Bryophyllum crenatum*.

RÉSUMÉ

1° Les auxines, à des concentrations non biologiques, agissent comme activant du métabolisme ainsi que le font beaucoup d'autres substances (gaz éthylénés, carotène, radicaux organiques — éthers ou acides — à chaîne non saturée, application locale de chaleur, etc.).

2° Elles entrent comme un chaînon indispensable dans le processus total d'élongation et, à ce titre, elles sont de véritables hormones. Les concentrations d'auxine nécessaires pour produire ces deux actions sont très différentes l'une de l'autre.

3° Le fait qu'elles sont incapables de promouvoir l'élongation dans les tissus méristématiques semble s'expliquer précisément par leur action incontestable sur les mitoses cellulaires. Il doit en résulter que les cellules sont mises dans l'incapacité d'évoluer physiologiquement et d'arriver à la phase où elles sont susceptibles de répondre par une élongation à l'action particulière des auxines sur les membranes.

4° Les auxines ne semblent pas être responsables de l'organisation des tissus vers la constitution des structures caractéristiques des tiges ou des racines. La constitution de ces structures nous paraît dépendre de facteurs analogues aux « organisateurs » de l'embryologie animale; et nous en postulons l'existence.

Laboratoire de Physiologie végétale.
Institut de Botanique de l'Université de Liége.

M. HAYEZ, Imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*,
N° 12, 1937.

Irradiation de graines et de plantules par les ondes ultra-courtes,

par Ray. BOUILLENNE, Professeur
et J. HENRION, Assistant, Associé du F. N. R. S.

L'étude de l'action des champs *électromagnétiques* de haute fréquence sur les plantes a été faite par différents auteurs parmi lesquels nous citerons Marinesco [1]. Celui-ci est arrivé aux conclusions suivantes :

Une irradiation de faible intensité produit une augmentation de vitalité de la plante, tandis que de plus fortes irradiations provoquent la destruction de celle-ci, probablement par dessiccation des tissus traversés, dans ce cas, par des courants élevés de haute fréquence.

Nous avons réalisé à notre laboratoire des expériences analogues au moyen d'un champ *électrostatique* de haute fréquence, ce qui nous permet d'obtenir une répartition plus homogène et mieux définie de celui-ci. Nous y avons placé des plantules d'*Impatiens Balsamina* L. âgées de 12 à 15 jours.

Les différents essais nous ont conduits aux mêmes conclusions que Marinesco.

Il nous a paru ensuite intéressant d'appliquer la même technique à l'étude de la germination des grains de Blé.

Les grains, d'un volume total de 3 centimètres cubes, sont disposés dans une cuvette de verre, placée elle-même comme diélectrique d'un condensateur à plaques rectangulaires de 25 × 60 mm. à une distance de 10 mm. Ce condensateur fait partie d'un circuit couplé à l'oscillateur d'une puissance de 200 Watts et sur une longueur d'onde de 7 mètres.

D'une manière générale, les grains se dessèchent en quelques secondes d'irradiation (moyen industriel rapide pour le dosage de l'humidité) et perdent beaucoup plus facilement leur tégument. Cette dernière propriété est surtout intéressante en technique meunière.

Si l'on place les graines irradiées dans de bonnes conditions de germination, on observe que des temps d'irradiation supé-

---

(1) N. Marinesco, *Actualités Scientifiques et Industrielles*, Hermann, Paris, 1932.

rieurs à *60 secondes* sont mortels pour les embryons, ceux-ci ne germant plus. Par contre, des durées d'irradiation plus courtes, de l'ordre de 15 à 20 secondes, semblent avoir un effet d'excitation sur la taille des plantes germées. Toutefois cette dernière constatation demande à être vérifiée à nouveau par une série particulière d'expériences.

La non-germination des graines irradiées pendant un temps supérieur à 60 secondes doit, sans doute, être attribuée aux modifications cellulaires ou de nature chimique produites par l'échauffement rapide, dû aux pertes dipolaires haute fréquence et à la conductivité très grande de ce milieu hydraté.

Nous espérons, par de nouvelles études systématiques en cours actuellement, obtenir de plus amples données sur les effets et le mode d'action des radiations de très haute fréquence dans ce domaine.

Marcel HAYEZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique rue de Louvain, 112, Bruxelles

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*,
N° 12, 1937.

LES VIVIERS
du
Plateau de la Baraque Michel,

par R. et M. BOUILLENNE,

avec la collaboration de Mlle S. DEFOSSEZ, MM. l'Abbé Ch. DUBOIS, J. DAMBLON et A. WILLAM.

INTRODUCTION

L'origine et l'utilisation des viviers installés dans les tourbières de la Baraque Michel et de la Baraque Fraiture constituent un problème qui, depuis de nombreuses années, réveille périodiquement la curiosité des habitués des Fagnes belges.

Jusqu'à présent, aucune étude suivie n'a été faite sur ce passionnant chapitre de l'histoire des Hauts Plateaux de Belgique.

Nous leur avons consacré une note préliminaire dans *Hautes Fagnes* (Mme M. Bouillenne et Abbé Dubois, 1936 [21]).

Dans son histoire du *Ban de Jalhay*, Renier (1879) s'exprime ainsi au sujet des Viviers : « Il est intéressant de voir ces eaux (sorties de l'ensemble hydrographique du Haut Plateau) descendre du point le plus élevé de la Belgique et de rencontrer sur ce terrain marécageux des enceintes formées de levées de terre qui furent prises pour des camps anciens. Feu M. Bidaut, le créateur du Bassin de la Gileppe, les considère comme des viviers étagés sur la Fagne pour recueillir le trop-plein des

sources. C'était donc un *système* établissant des réserves (d'eau) et drainant ces hauteurs » (1).

On a inventé, selon la fantaisie du moment, pour les viviers des Fagnes, des origines diverses : abreuvoirs, viviers de pisciculture, réservoirs d'eau, lavage d'or, carrières, habitations de palaffites ou cités lacustres, *terramares*, pièges à gros gibier, dépressions d'origine volcanique.

Grâce à l'installation sur le plateau de la Baraque Michel d'une petite station scientifique dépendant de l'Université de Liége, nous avons pu nous attacher, comme travail de vacances, à l'examen systématique des viviers de la Baraque Michel.

Le travail d'exploration de ces viviers, enfouis sous 2 ou 3 mètres de tourbe gorgée d'eau, est lent et pénible. Aussi n'est-il pas étonnant qu'il ait rebuté beaucoup de bonnes volontés.

Nous avons été aidés dans nos recherches par d'enthousiastes collaborateurs : Mlle Defossez, MM. l'abbé Ch. Dubois, J. Damblon et A. Willam.

Une partie de nos recherches a été subsidiée par le Patrimoine de l'Université de Liége.

Nos premiers travaux ont été effectués sur la Fagne de Jalhay; le bourgmestre de cette commune, M. Demoulin, non seulement nous a accordé de grand cœur toutes les autorisations nécessaires à nos recherches, mais il a protégé nos travaux et a accordé à l'Université de Liége seule le privilège d'explorer son territoire.

Nous lui en exprimons toute notre gratitude. Avant de commencer notre exposé, nous tenons aussi à exprimer toute notre amicale reconnaissance au brigadier-forestier M. Marquet; son intelligente connaissance de la Fagne a été notre plus précieux auxiliaire.

Les trois chapitres de cette étude tendent à répondre aux questions suivantes :

1. Existe-t-il à l'intérieur des viviers des débris de construction ou bien peut-on affirmer que les viviers n'en ont jamais porté ?
2. Est-il possible d'établir par comparaison entre les spectres polliniques de la tourbe qui remplit les viviers et celle qui couvre la Fagne proprement dite, l'époque à laquelle existèrent ces viviers ?
3. Peut-on trouver en corrélation avec les viviers des restes d'industrie humaine ?

(1) L'Abbé Toussaint, Révérend Curé de Waismes (1937, 22), a publié une note sur les Viviers de la Fagne que l'on désigne dans ce pays sous le nom de *gotes* ou « pourri-fagnes ».

CHAPITRE I.

Premières recherches dans les Viviers de la Baraque Michel,

par R. et M. BOUILLENNE,
avec la collaboration de M. l'Abbé CH. DUBOIS.

A. — DESCRIPTION, LOCALISATION DES VIVIERS DE LA BARAQUE MICHEL

Il existe sur les versants du Haut Plateau de la Baraque Michel une quantité de levées de terre, d'âge encore indéterminé et que l'un de nous, en 1930, a qualifiées de « Cités lacustres » (1). Elles se présentent sous forme de remparts approximativement circulaires, semi-circulaires (très rarement carrées ou rectangulaires), réunies en vastes groupes ou isolées, délimitant des surfaces de diamètres variables : 22×29 m.; 30×26 m.; 34×32 m.; 60×40 m.; 300×100 m.

Dans la perspective des Fagnes, ces inégalités de terrain peuvent passer inaperçues aux yeux de ceux qui ne sont pas habitués de longue date à la physionomie de la Fagne tourbeuse: elles sont d'ordinaire presque entièrement recouvertes par les formations de tourbe qui se sont constituées autour d'elles, aussi bien intérieurement qu'extérieurement. Les seules traces apparentes de ces énigmatiques levées de terre sont surtout une végétation différente de celle des Fagnes environnantes : *Sarothamnus scoparius* (Genêt), *Vaccinium Myrtillus* (Myrtillier), *Vaccinium Vitis Idea* (Airelle), *Vaccinium uliginosum* (Myrtillier des loups), *Calluna vulgaris* (Bruyère), au lieu des associations du *Sphagnetum* que l'on trouve sur le sol d'alentour.

Ces levées de terre sont connues dans le pays de Jalhay sous le nom de « Viviers ». Ce nom leur vient, par assimilation, de l' « Ancien Vivier » (voir carte, fig. n° 1), rempart circulaire établi au centre de la grande Fange de Jalhay. Sur la carte marchande de Ferraris (1770), l'Ancien Vivier porte le signe (0), distinctif des houillères; ce signe fait défaut sur la minute

(1) Du point de vue préhistorique, il aurait semblé logique de rattacher les ruines des viviers au vaste ensemble social des *cités lacustres* ou palafittes (époque de la Tène), qui étendait ses constructions du Berry jusqu'au Palatinat, passant par la Lorraine et le Luxembourg.

GOURY, en effet, ne met pas en doute (p. 84 de son *Traité*) (19) : « qu'il a existé des stations palafittiques de tourbières auxquelles (p. 93) conviendrait mieux le nom de « palustres »; elles ont été établies sur pilotis, plutôt sur terrain marécageux qu'en plein lac ».

originale consultée à la Bibliothèque royale de Bruxelles par Léon Fredericq. Cet ancien vivier est de facture beaucoup plus récente que les autres vestiges qui nous occupent et a été établi sur l'emplacement de l'un d'eux.

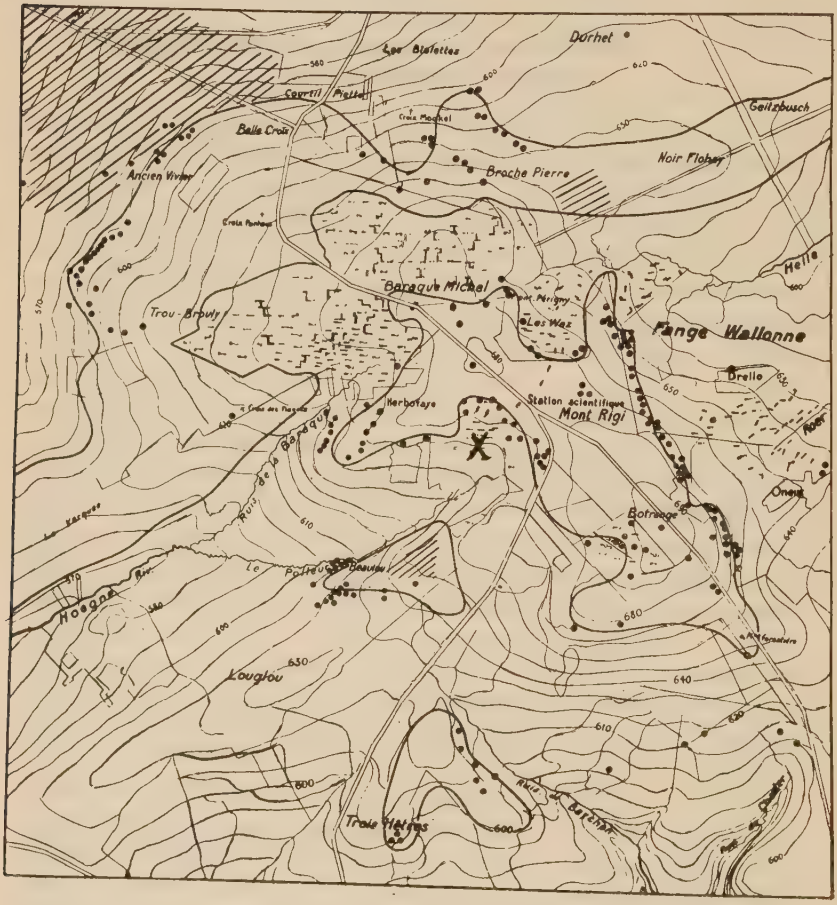


FIG. 1. — Carte du sommet de la Baraque Michel. Les • indiquent les sources repérées par R. Bouillenne. Les zones //// indiquent les trois principales régions à viviers de la Baraque Michel. La × indique la tourbière Marquet.

Les viviers existent en quantité considérable sur le territoire des Fagnes et s'étendent jusqu'aux environs d'Attlich, de Conzen, de Lammersdorf. On en retrouve aussi, exactement de même facture, dans les fagnes de Malchamp, de Berinsenne, de la Baraque Fraiture, à Bihain, aux Petites Tailles.

Sur le versant de la Fagne dite « Grande Fange » et traversée

par la route de Jalhay à la Baraque Michel, sur un territoire d'environ 2 km², nous avons relevé environ 60 viviers s'étageant de la cote 510 à la cote 570. Plus bas que la cote 525, des sapinières de la commune de Sart en ont échancré, démoli, ou défiguré un assez grand nombre, dont nous avons pu repérer des traces jusqu'à la cote 500. Ces viviers sont rangés dans le sens de la pente, en séries plus ou moins parallèles.

Les viviers de chaque série sont réunis entre eux par des sortes de canalisations qui conduisaient les eaux du vivier supé-

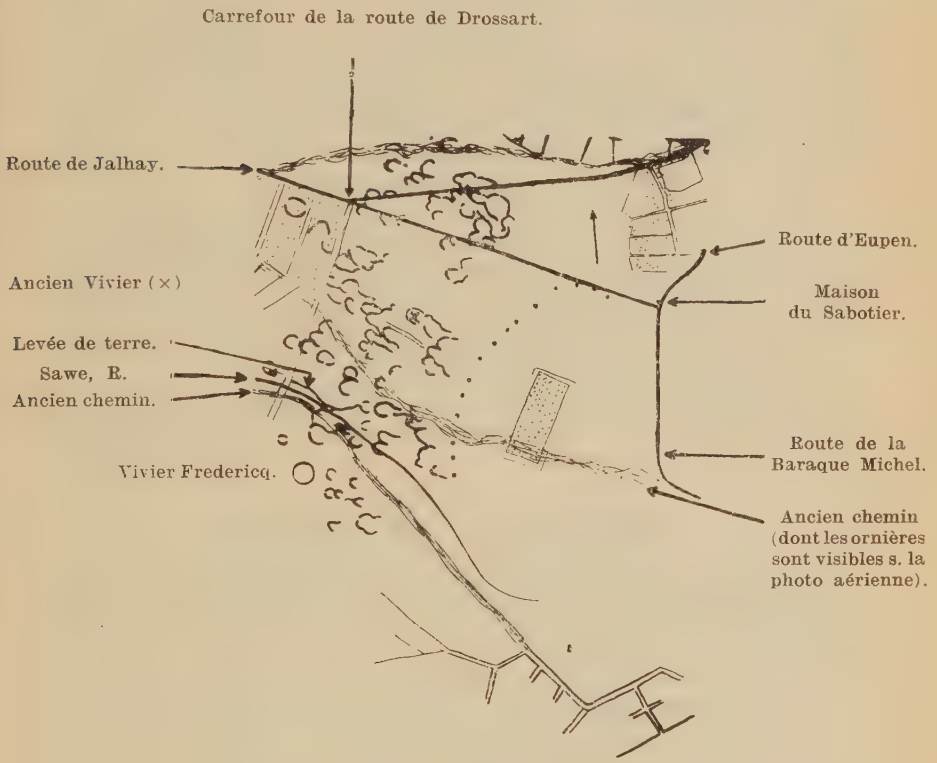


FIG. 2. — Carte dressée d'après les photographies aériennes de la Fange de Jalhay (Grande Fange). Les (indiquent les viviers étagés sous la région des sources. Le O représente le Vivier Fredericq. Le (× représente l'ancien Vivier; les ... la ligne des sources.

rieur vers les viviers situés au-dessous; dans la paroi de chaque vivier, on peut encore très souvent voir deux ouvertures : une vers l'amont qui permettait l'entrée de l'eau et une vers l'aval qui la rejetait. La chose est trop générale pour qu'on puisse

croire à des ruptures des remparts sous la pression de torrents d'eau dévalant des sommets à certaines époques.

En dehors de ces séries de viviers, on en voit d'autres, isolés dans les terrains avoisinants et généralement de dimensions plus réduites : 29 × 34 m., 32 × 34 m. Nous devons à l'extrême obligeance du groupe aviateur de Liége, dirigé par le colonel Masseaux, d'avoir pu obtenir une série de photographies aériennes de cette région, qui nous a permis de dresser la carte (voir carte, fig. n° 2) du système des viviers de la Grande Fange.

Entre les lignes de viviers, nous avons repéré aussi des levées de terre, de plus d'un kilomètre de long, suivant la direction de la pente du terrain. L'une de ces levées est particulièrement remarquable (voir carte, fig. n° 2) et paraît avoir déterminé sur une certaine longueur le cours de la Sawe. Nous passerons sous silence le reste des constatations que nous avons faites dans ce district et qui feront l'objet d'une autre étude.

Enfin, sur le sommet lui-même, il en existe quelques-uns, mais très difficiles à reconnaître; ils ont été entièrement englobés dans les plantations d'Épicéas. On peut cependant les délimiter: l'intérieur des viviers remplis de tourbe extrêmement mouillée ne porte que des Épicéas rabougris et chétifs qui font une espèce de clairière dans la forêt environnante.

Un autre système de viviers, assez considérable, a été repéré au lieu dit « Beaulou » et un troisième près de Brochepierre (voir carte, fig. 1).

B. — FOUILLES DANS LE VIVIER FREDERICQ

Nous avons commencé les fouilles avec l'intention de rechercher, à l'intérieur d'une de ces enceintes artificielles, des débris quelconques de construction.

Ce vivier, dont la section est approximativement de 32 × 34 m. et dont l'enceinte extérieure ne dépasse guère que d'un mètre le niveau du sol environnant, se trouve situé à quelque distance du groupe principal des viviers du district représenté sur la carte (fig. n° 2).

Cette excavation, comme toutes les autres, est remplie de tourbe. Il a donc fallu, après avoir enlevé la couche de végétation de surface, entamer très soigneusement la tourbe, en évitant de couper les bois rencontrés; tout, sauf le Chêne et le Hêtre, se laisse, dans la tourbe, couper avec la plus grande facilité.

Nous avons appelé ce vivier : Vivier Léon Fredericq, en hommage de reconnaissance pour le Président de la Station scientifique du Mont Rigi, le Prof[r] Léon Fredericq.

Nous avons mis à jour :

1. A 50 cm. environ sous la surface actuelle du vivier, un premier niveau de troncs ou de demi-troncs couchés plus ou moins parallèlement et soutenus par des pilotis s'enfonçant verticalement dans la tourbe. Ce niveau portait très nettement des traces d'incendie; certains arbres étaient à demi rongés par le feu. A ce même niveau, dans un coin de l'ensemble des ruines, nous avons trouvé un amas de cendres et de braises de 25-30 cm. d'épaisseur, entourées d'argile jaune à parcelles rouges.

Sous ce niveau, une nouvelle couche de tourbe de 75 cm. à 1^{m}25 a été déblayée et on a découvert :

2. Une deuxième zone de troncs et de grosses branches qui en certains endroits formaient encore un clayonnage; sur ces débris, nous avons aussi trouvé par place une mince couche d'argile grise.

Cette zone avait environ 30 cm. d'épaisseur.

3. Immédiatement en dessous, une couche, par endroits très épaisse, 40-45 cm., de débris jaune-brun de végétaux admirablement conservés, non humifiés, noircissant immédiatement à l'air. A certains endroits, dans cette couche, on trouvait des paquets d'un feutrage extrêmement serré de mousses.

4. Une couche de limon gris-noir, argilo-sableux, de 15-20 cm. d'épaisseur, contenant des débris de feuilles, de tiges, de racines, de graines, etc.

Sous cette couche de limon, l'argile gris-bleu, à cailloux de quartzo phyllade caractéristique du sol des Fagnes, formait le fond de la cuvette imperméable et en tapissait les parois.

Enfin, traversant toutes les couches énumérées, des pilotis, les uns très gros, les autres plus petits (15 à 30 cm. de diamètre), ont été trouvés, enfoncés dans l'argile du fond et consolidés par des pierres solidement imbriquées.

Ajoutons que le niveau de l'argile remontait vers le centre du Vivier pour former comme un îlot.

Une coupe verticale, menée à travers le terrain fouillé, donne le schéma suivant (fig. n° 3) :

Sur cette figure, on remarque surtout au premier niveau de bois une espèce de passerelle, formée d'un demi-tronc de Chêne, obtenu par éclatement. Longue de 7 m., large de 50 à 60 cm., cette « passerelle » repose, d'un côté, sur un échafaudage de madriers transversaux et de pilotis assez bien conservés (vers le bord du remblai). Vers l'intérieur du vivier, une des grosses branches de l'arbre lui-même, insérée presque à angle droit sur le tronc, repose sur le fond d'argile et forme à la passerelle un

support extrêmement solide, fortifié lui-même de deux gros pilotis, enfoncés dans l'argile et entre lesquels se trouvait enchâssé un énorme coin de bois, grossièrement taillé en trapèze (voir fig. n° 4).

A ce même niveau, nous avons trouvé plusieurs débris plus ou moins considérables de « passerelles » analogues, assez bien rongées par l'incendie et reposant toutes sur pilotis. On peut donc avec la plus grande vraisemblance croire que toutes ces « passerelles », longues et solidement fixées, constituaient l'assiette d'un plancher.

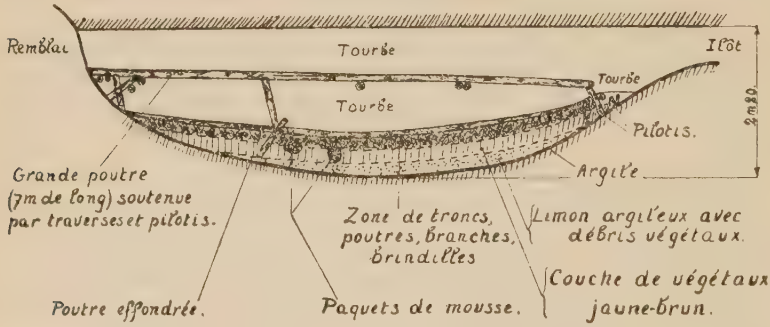


FIG. 3. — Coupe verticale à travers le vivier, montrant le remblai extérieur, le relèvement central du fond du vivier (îlot) et les différentes couches de débris mises à jour.

A ce même niveau, nous avons trouvé presque partout des languettes d'écorce blanche qui formaient un revêtement.

Le deuxième étage de troncs et de poutres paraît être un effrondrement du plancher; nous y avons trouvé notamment les restes d'une « passerelle » analogue à celle que nous avons décrite.

Les grandes plaques de mousses, admirablement conservées et trouvées sous les débris de bois, constituaient vraisemblablement le toit de cette construction.

Tout ce qui reste de cette construction montre un travail extrêmement grossier : troncs fendus longitudinalement, poutres à peine équarries, troncs entiers portant encore leur écorce; pilotis formés, non pas de pieux taillés en pointe, mais de grosses branches ou de troncs dont les extrémités irrégulières, arrachées plutôt que façonnées, portent toutes la marque du feu et sont enfoncées dans l'argile et maintenues à l'aide de pierres.

On ne trouve rien qui ressemble, par exemple, à une planche plus ou moins grossière, obtenue par une hache moderne.

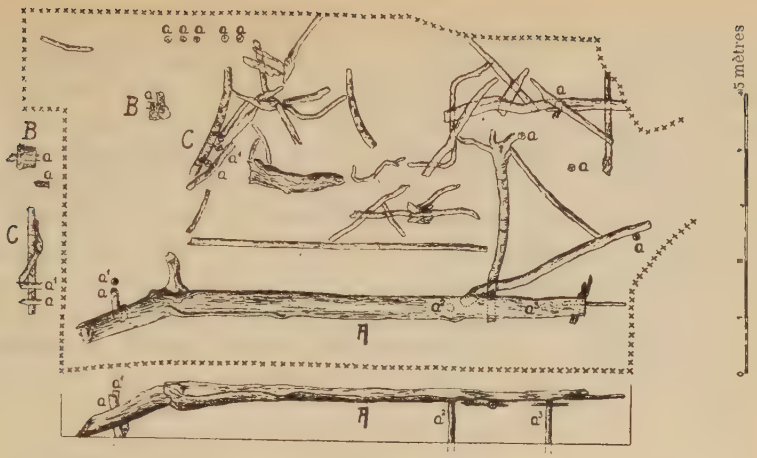


FIG. 4. — Plan des divers éléments de bois, vus en projection. En-dessous et à gauche, les éléments A, B, C du plan sont repris de profil. On voit très nettement la place et la position verticale des pilotis (*a*).

Incontestablement, cependant, les débris mis à jour sont les restes d'une construction : la régularité dans la disposition des troncs, la présence des pilotis soutenant ces troncs l'indiquent : les pilotis ne sont pas des arbres en place; ils ne portent pas de racines; leurs extrémités brûlées sont maintenues dans le sol par des pierres et fort souvent ils sont enfoncés à contresens, la tête en bas.

*
* *

Les parois du vivier sont formées par un amas de limon et de pierres. Ce limon constitue le sol des setch-champs de la région. Il repose lui-même sur le sous-sol imperméable : argile gris-bleu à quartzophyllade.

Dans la coupe de la paroi du vivier, au niveau de la surface du sol environnant, entre l'argile de base et le limon du remblai, il n'y a pas interposition de tourbe, mais une mince couche noire d'humus écrasé.

A l'intérieur du vivier, le limon fait entièrement défaut; le fond et les parois du vivier sont faits de l'argile gris-bleu imperméable.

On a donc, de l'intérieur de l'enceinte, creusé l'excavation jusqu'à l'argile imperméable et rejeté les déblais de façon à constituer une enceinte plus ou moins circulaire ayant deux ouvertures pour l'entrée et la sortie de l'eau. Le même système de déblais a servi à établir des communications entre les différents viviers d'un même groupe.

Il n'est pas logique d'admettre qu'un phénomène naturel ait pu organiser des dépressions de cette manière, vidant une enceinte de son limon superficiel pour l'accumuler en rempart circulaire régulier.

Il a fallu une société humaine importante et organisée pour déplacer tant de milliers de mètres cubes de terre et de pierres et les façonner en remparts circulaires à l'intérieur desquels elle a élevé sur pilotis des constructions en bois de facture extrêmement primitive.

Nous avons jusqu'à présent exploré quatre viviers en des endroits différents de la Fagne; nous y avons retrouvé les mêmes restes de construction en bois que ceux décrits dans ce chapitre.

CHAPITRE II.

Analyses polliniques de la tourbe du vivier Fredericq,

par R. et M. BOUILLENNE et Mlle DEFOSSEZ.

L'étude des spectres polliniques des tourbes a permis de reconstituer, dans ses grandes lignes, l'histoire forestière des époques géologiques postglaciaires et de dresser des cartes de l'aire de dispersion de certaines espèces arborescentes sous les différents climats qui se sont succédés depuis la fin de ce phénomène.

Les techniques de la préparation de la tourbe et de la numération des grains de pollen, établies par l'École suédoise, ont été universellement adoptées et permettent de tracer et de comparer entre eux les diagrammes polliniques des tourbières de divers pays (1).

La technique de la préparation de la tourbe consiste à désagréger au moyen d'une solution de KOH de concentration variable la masse colloïdale de la tourbe, à séparer les débris de la liqueur brune et à les monter ensuite dans un liquide qui permet l'étude microscopique (généralement la glycérine).

Certaines tourbes se laissent facilement désagréger; il suffit de les laisser macérer dans une solution de KOH ou même d'eau ammoniacale pour obtenir un mélange où les grains de pollen se reconnaissent parfaitement.

Tel n'est pas le cas pour la matière tourbeuse qui remplit les viviers. Elle se désagrège très difficilement. L'échantillon de tourbe séchée (0.6 gr.) a été mis à macérer dans de la solution

(1) La liste bibliographique (1-18) contient les principaux ouvrages que nous avons consultés.

(5 cc.) de KOH à 10 % à la température de 80°-90° pendant des temps variables (5-10 minutes à 6 heures).

Après refroidissement, les mixtures ont été centrifugées à faible vitesse jusqu'à dépôt complet; le culot lavé par de l'eau et centrifugé à nouveau, est finalement délayé dans 3 cc. de glycérine à 70 %.

Pour les couches inférieures de la tourbe des viviers, ce traitement n'est pas suffisant; un grand nombre de grains de pollen restent chiffonnés, repliés, méconnaissables.

Dans le limon de base, un grand nombre de grains ont été déchirés par les particules sableuses.

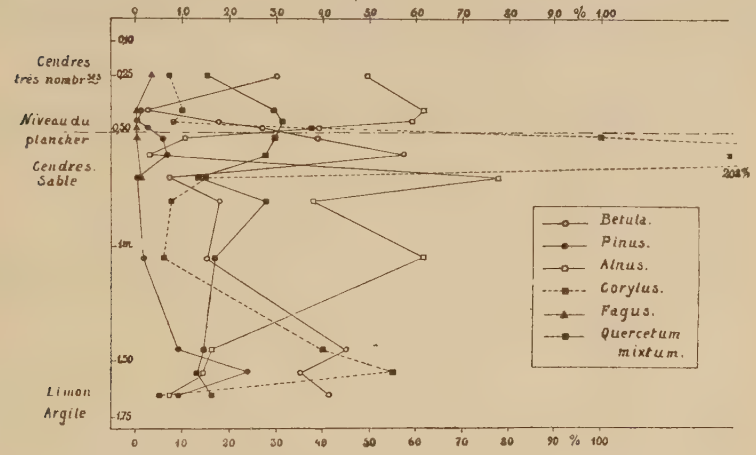


Fig. 5. — Diagramme pollinique du Vivier Fredericq.

En abscisse, le pourcentage des grains de pollen. — En ordonnée, les niveaux des divers prélèvements de tourbe. — Le *Corylus* est exprimé en pour cent de tous les grains de pollen d'arbres.

Nos résultats sont donc forcément incomplets et devront être légèrement revisés lorsque nous aurons adopté une méthode qui rend reconnaissable la totalité des grains de pollen. Mais l'allure générale des diagrammes ne sera guère modifiée.

Nous avons en même temps établi les diagrammes polliniques d'une tourbière particulièrement intacte vers le sommet du Plateau (tourbière Marquet, marquée X sur la carte, fig. 1 du chapitre I).

On trouvera au tableau I et figure 5, les résultats des analyses polliniques du vivier et au tableau II et figure 6 ceux de la tourbière Marquet.

Le but de cette étude est de dater les viviers et non de fournir une analyse détaillée des études polliniques des tour-

bières du haut plateau (ce qui sera publié ailleurs et avec des données plus complètes).

Nous ne reproduisons en diagramme que les successions des essences qui ont servi aux auteurs à caractériser les époques géologiques et climatiques.

Bouleau — ○ — *Betula*
Pin — ● — *Pinus*
Aulne — □ — *Alnus*
Noisetier ... ■ ... *Corylus*
Hêtre — ▲ — *Fagus*
Chênaie mélangée — ▪ — *Tilia - Ulmus - Quercus*

C'est sur ces derniers que portent les incertitudes de nos analyses : ce sont, en effet, les pollens de *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus* qui nous ont apparu les plus altérés.

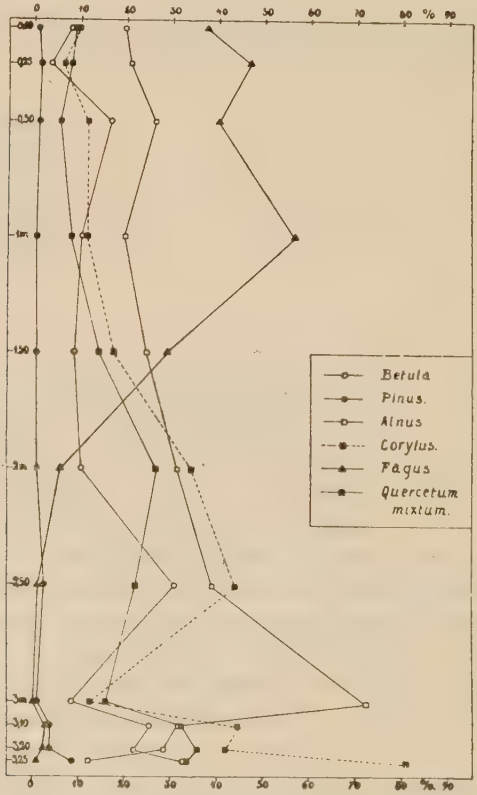


FIG. 6. — Diagramme pollinique de la tourbière Marquet. En abscisse, le pourcentage des grains de pollen. — En ordonnée, les niveaux des divers prélèvements de tourbe. — Le *Corylus* est exprimé en pour cent de tous les grains de pollen d'arbres.

TABLEAU I.

Profondeur	ABIES	PICEA	PINUS	FAGUS	ALNUS	ULMUS	CARPIN	BETULA	QUERCUS	SALIX	TILIA	ACER	CORYLUS	QUERCETUM MIXTUM
0 m.														
0,25 m. cendres	—	—	0	3,5	49	2	—	30	10	3	2,3	1,2	6	14,3
	—	—	1	0,6	61,5	2,6	—	1,2	21	2,3	5,4	3	10,6	29
	—	—	0,6	—	59,4	4,7	—	17,5	10,3	5,4	2,3	0,8	8	12,6
	—	—	3,5	0,1	39,2	9	6	27	13,4	0,4	8,1	2,7	39,2	30,5
0,50 m. plancher	—	—	5,5	0,3	11,8	8,3	8,8	39,4	15,2	1,2	5,7	3,1	100	29,2
	—	—	6,35	0,6	2,1	10,25	3,1	57,2	15	1,1	0,9	3,4	202	26
0,75 m. grains de sable	—	—	0,5	0,7	77	1,2	0,2 (?)	7,2	12,2	1,3	2,2	0,2	15	15,6
	—	—	—	—	37,5	2	4,5	18	26,5	3	5,9	1	7,3	27
1 m.														
	—	—	1,4	—	61	5,3	—	15,5	5,9	1,3	7	—	6,5	16,7
1,25 m.														
	—	—	9,7	—	15,6	—	— (?)	45,8	14,3	5,1	3,6	3,6	40	17
1,50 m.	—	—	23	0,8 (?)	14	1,4	2,2	35	7,2	8	2,5	3,6	55	11
limon	—	—	9	4,3	8	8 (?)	8 (?)	41	16	—	—	8	5	16
argile 1,75 m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Analyse pollinique du Vivier Fredericq. Les chiffres indiquent, dans les colonnes, les pourcentages des pollens des divers arbres trouvés à différents niveaux dans le vivier. Les chiffres dans la colonne *Corylus* indiquent le pourcentage par rapport à la totalité des pollens d'arbres.

TABLEAU II.

Profondeur	ABIES	PICEA	PINUS	FAGUS	ALNUS	ULMUS	CARPIN	BETULA	QUERCUS	SALIX	TILIA	ACER	CORYLUS	QUERCETUM MIXTUM
0.10 m.	0,39	0,72	0,66	37,7	19,7	0,72	12,5	8,9	8,1	9,4	0,6		9,9	9,1
0,25 m.		0,14	1,5	46,6	21,1	0,3	6,6	6,7	7,9	3,7	0,28		6,8	8,2
0,50 m.		0,33	1,17	39,8	27	1,9	2,75	17	6,33	3,1	0,33		12	8,5
1 m.	0,1	0,05	0,63	56,3	20,0	0,71	1,2	11	5	3,2	0,5		12.1	5,7
bois 1,50 m.			0,8	28	25	2,8	9	7,8	8,2	1,2	3,8		18	
2 m.			0,5	6,1	36,5	5,2	10,4	10,4	21,2	3,5	4,1		39,2	26,4
2,50 m.			2,3	2	39	6,6	2,3	30,7	9,9	0,9	5,7		44	22,2
3 m.			0,9	0,4	72,1	7	0,6	8,7	5,4	1,1	3,7		12,6	16,1
3,10 m. bois			3,9	3,5	31,7	13,9	0,2	25,4	10,3	2,9	8,2		45	32,4
3,20 m.			3,7	2,3	28,3	10,4	6,5	22	13,1	1,6	12		37	35,5
3,25 m. sable			8,9	0,5	11,9	14,6	12,6	32,8	12	0,5	6,3		80,3	32,8

Analyse pollinique de la tourbière Marquet. Les chiffres indiquent, dans chaque colonne, les pourcentages des pollens de divers arbres, trouvés à différents niveaux. Les chiffres dans la colonne *Corylus* indiquent le pourcentage par rapport à la totalité des pollens d'arbres.

DISCUSSION

L'examen attentif des deux diagrammes polliniques simplifiés que nous avons reproduits, montre tout d'abord qu'ils ne correspondent pas aux mêmes facies forestiers; ils ne sont superposables qu'en un point : le sommet du vivier Fredericq coïncide avec le fond de la tourbière Marquet. Ils correspondent à des dépôts de tourbe d'époques très différentes.

La tourbe du vivier Fredericq est très ancienne; celle de la tourbière Marquet est d'époque beaucoup plus récente.

Les travaux de nombreux botanistes ont permis d'établir, concurremment aux différents climats postglaciaires, une chronologie des faciès forestiers, caractérisés chacun par la dominance d'une espèce ou d'un groupe d'espèces.

Nous reproduisons (tableau III) un tableau chronologique tiré de l'excellente monographie de Keller (12), indiquant pour les principales régions d'Europe la succession des phases forestières postglaciaires.

On voit tout de suite que la majeure partie de la tourbe du vivier correspond à la période boréale : le dépôt de tourbe a commencé vraisemblablement pendant l'époque préboréale (prédominance de *Betula* maximum de *Pinus*) et s'est continué pendant toute la période boréale : apparition du *Quercetum mixtum*, de l'*Alnus*, dominance du *Corylus*.

La prédominance de forêts de *Corylus* a été établie dans les différentes parties de l'Europe, à des époques climatiques diverses.

Selon Erdtman (8) et Rudolph (17), la prédominance de *Corylus* (fréquence pollinique > 100 %) est caractéristique de l'Europe Centrale et Occidentale pendant la période boréale; dans le Nord de l'Angleterre et la Suède Orientale, elle est caractéristique de la période atlantique (fréquence pollinique < 100 %) et en Europe Orientale elle s'est étendue surtout pendant la période subboréale.

Si nous tenons compte de ces considérations solidement établies, nous pouvons conclure que le sommet de la tourbière des viviers correspond à la fin de l'époque boréale (régression du *Corylus*) et à la période atlantique (*Quercetum mixtum* et début de l'apparition de *Fagus*).

---

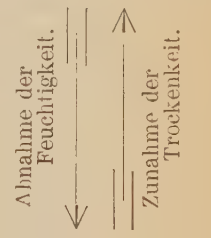
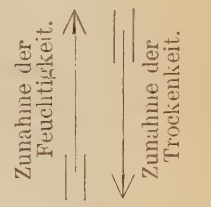
(1) Lors du creusement d'un vaste réservoir d'eau dans cette tourbière en 1932, nous avons retiré du fond d'argile de nombreuses souches où les *Alnus* étaient bien reconnaissables à la disposition caractéristique de leurs racines.

TAB

Perioden nach Blytt-Sernander.	Chronologie der Kulturperioden.	Moore des Mittellandes.	Moore Süd-Deutsch
	Historischen Zeit.		Sekund. Kiefernanst
Gegenwart.	Fer { La Tène. / Hallstatt.	Ausbreitung der Fichte (*Picea*)	Ausbreitung der Fic
			Tannenzei
Subatlantisch.	Bronze { IV. / III. / II. / I.	Tannenzeit (*Abies*)	.....
		.....	Buchenzei
	Neolithikum { Spät-N. / Voll-N. / Früh-N.	Buchenzeit. (*Fagus*)	.....
Atlantisch.		Eichenmischwaltzeit. (*Quercetum mixtum*)	Eichenmisch- wald
Boreal.	Campignien-Kjökkenmöddinger.	.....	.....
		Haselzeit (*Corylus*)	Haselzeit
	Azilien.	.....	.....
(Preboreal) Subarktisch.	Magdalénien. { Spät-M. / Hoch-M. / Früh-M.	Kiefernzeit (*Pinus*)	Kiefernzei
		.....	.....
		Birkenzeit (*Betula*)	Birkenzei
	Solutréen.	Dryasflora (*Dryas octopetala*)	Dryasflora

Reproduit d'après Keller (12).

Ce tableau montre la succession des facies forestiers dans cert
parées à la chronologie des différentes cultures humaines.

Moore der oralpen.	Moore der Ostalpen und des Erzgebirges (Firbas)	Moore des Jura.	Moore des Schwarz-waldes (Stark)	Klima-Aenderungen.
		Sekund. Kiefernanstieg.	Sekund. Kiefernanstieg.	
breitung der Fichte.		Ausbreitung der Fichte.	Ausbreitung der Fichte.	
nnenzeit.	Buchen-Tannenzeit.	Tannenzeit.	Tannenzeit.	Tanne. — Buche.
uchenzeit.	(Tannen) Buchen-Fichtenzeit.	Buchenzeit.	Buchenzeit.	
nnenzeit.	Eichenmichwald-Fichtenzeit.	Tannenzeit. Eichenmisch-waldzeit.	Tannenzeit. Eichenmisch-waldzeit.	Max - Wärme Eiche.
chtenzeit.				
Haselzeit.	Hasel-Kiefernzeit.	Haselzeit.	Haselzeit.	Max-Kontinentalität Hasel.
				Max - Trockenheit Kiefer.
efernzeit.	Kiefernzeit.	Kiefernzeit.	Kiefernzeit.	
rkenzeit.				

ns européennes pendant les différentes périodes postglaciaires com-

La tourbière Marquet commence à la fin de l'époque boréale (régression du *Corylus*); elle s'élève pendant les périodes atlantique et subboréale; le *Quercetum mixtum* et l'*Alnetum* dominent d'abord, pour être remplacés ensuite par un maximum de *Fagus*.

Pendant l'époque boréale, le sol de cette vaste tourbière ne portait donc pas de tourbe, mais une végétation forestière : *Betula*, *Corylus*, *Alnus*. Cette végétation fut remplacée au début de la période atlantique par la forêt de chênes et d'aulnes; nous avons souvent retrouvé des souches de chênes implantés dans l'argile et des troncs énormes de cette même espèce couchés dans le fond des tourbières. Les pollens des arbres de ces deux époques se retrouvent dans le haut de la tourbe du vivier Fredericq.

Le spectre pollinique de la tourbe du vivier montre une abondance d'*Alnus* pendant la période boréale.

Erdtman (3) a publié un diagramme reconstitutif de l'histoire forestière de la Haute-Belgique au moyen d'analyses de tourbes prélevées en différents endroits (Baraque Michel, Sourbrodt, Bihain); l'*Alnetum* y apparaît seulement à la fin de l'époque boréale (fig. 7).

Il y a deux explications plausibles à ce manque de concordance entre nos deux études, soit une lacune entre les parties 2 et 3 du diagramme d'Erdtman, soit une erreur de diagnostic de notre part (le pollen de *Myriophyllum* ressemble fortement à celui d'*Alnus*). Signalons cependant que B. Polak (14) a publié récemment un diagramme pollinique de tourbière hollandaise (N. O. Polder, Schokland) indiquant une vaste extension des *Alnus* sous la zone à maximum de *Corylus*.

Nous espérons trouver la raison de cette anomalie dans une analyse complète d'une tourbière, vraisemblablement très ancienne, la tourbière royale près de Montjoie, dont l'épaisseur varie entre 6 et 7 mètres et où nous avons prélevé cet été une série complète d'échantillons.

Pourquoi le dépôt de tourbe s'arrête-t-il dans le vivier Fredericq un peu en-dessous du sommet du rempart argileux de l'enceinte? La tourbe, qui commençait à se former sur les flancs du plateau à la fin de l'ère boréale et a continué à se déposer aux époques suivantes, a-t-elle cessé de s'accumuler?

Cette supposition est peu vraisemblable. Il semble plutôt qu'elle a disparu, soit qu'elle ait été entièrement exploitée par l'homme, soit, ce qui est plus probable, qu'elle ait été détruite par un de ces incendies qui, en période très sèche, peuvent

faire disparaître de grandes épaisseurs de tourbières [1]. Le fait que dans l'échantillon, pris à peu près au sommet, nous avons trouvé une grande quantité de cendres pourrait justifier cette hypothèse.

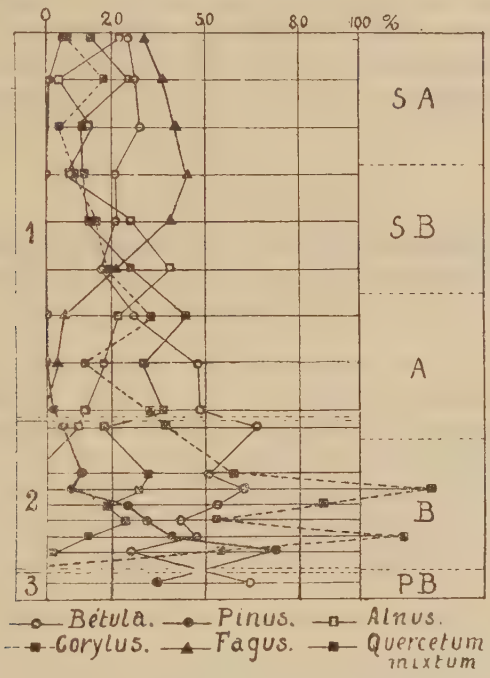


Fig. 7. — Diagramme pollinique des tourbières de la Haute-Belgique d'après Erdtman.

D'après des analyses polliniques de : 1° tourbière de Lierneux; 2° tourbière de la Baraque Michel; 3° mare de la Grande Fange à Bihain (tourbière soligène). — Époques : P.B. préboréale; B. boréale; A. atlantique; S.B. subboréale; S.A. subatlantique.

Le 3° se rapporte à un vivier de Bihain que M. Erdtman appelle tourbière soligène; dans le pays, ces viviers sont appelés Mardelles (renseignement donné par le Révérend Curé de Bihain).

La conclusion de cette première étude des spectres polliniques du vivier Fredericq est donc que la dépression du vivier existait déjà à l'*époque préboréale*. C'est vers la fin de cette époque que

---

[1] En 1911, année particulièrement sèche, des incendies de tourbe ont brûlé celle-ci jusqu'à l'argile de base en certains endroits du Haut-Plateau. Voir, à ce sujet, le travail de R. et M. Bouillenne (20).

En 1921, un autre incendie a détruit aux environs de Neu-Attlich une tourbière de trois mètres d'épaisseur.

les dépôts de tourbe (avec pollens de *Betula*, *Pinus*, *Alnus*, *Corylus*) ont commencé à se former et se sont continués pendant toute la période boréale et le début de l'atlantique.

L'étude pollinique de la tourbière Marquet, située au sommet du même versant du Haut-Plateau montre que celle-ci est d'origine relativement récente; elle a commencé à la période atlantique; pendant les périodes précédentes, elle a porté une végétation forestière non tourbeuse de *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Quercus*.

CHAPITRE III.

Une industrie moustérienne sur le plateau de la Baraque Michel,

par M. BOUILLENNE-WALRAND, J. DAMBLON et A. WILLAM.

Les deux premiers chapitres de l'étude des viviers de la Baraque Michel se rapportent au vivier Fredericq, situé au bas de la Grande Fange de Jalhay du Plateau de la Baraque Michel.

Nous avons décrit l'existence dans ce vivier de restes de constructions en bois constituées de troncs et demi troncs éclatés longitudinalement, aux extrémités brûlées et formant une espèce de plancher reposant sur pilotis et supports transversaux.

Ces restes d'industrie sont extrêmement primitifs et l'on pourrait les prendre à première vue pour des éboulis naturels d'arbres, n'étaient les pilotis enfoncés dans l'argile, ne portant pas de racines à la base et parfois même enfoncés verticalement en sens inverse de leur attitude naturelle et aussi la disposition régulière des arbres formant une sorte de plancher.

Nous avons aussi établi le spectre pollinique de la matière tourbeuse qui remplit ce vivier et montré qu'elle appartient surtout à l'époque boréale.

Nous n'avons, dans ce vivier, découvert, jusqu'à présent, aucun objet d'industrie humaine.

Ce vivier étant situé assez loin de notre Station scientifique, nous avons entrepris en 1935 le déblaiement méthodique d'un vivier situé tout près de notre établissement, au lieu dit Beaulou (voir carte, fig. 1 du chap. I).

Nous y avons mis à jour des débris de pilotis assez semblables à ceux décrits précédemment et aussi de troncs reposant sur ces pilotis.

Une tranchée a été creusée au travers du remblai, pour per-

mettre l'évacuation des eaux de pluie accumulées dans la cuvette.

En 1937, nous avons trouvé la tranchée partiellement comblée par des éboulis et le vivier rempli d'eau aux trois quarts.

En dégageant cette tranchée pour évacuer l'eau, l'un de nous (1) a découvert dans les déblais remaniés des silex taillés.

Ces pièces, épaisses, taillées assez grossièrement sur une face, à éclat court, appartiennent à l'époque moustérienne.

On trouvera la description et le dessin (fig. 8) de quelques pièces choisies parmi les plus caractéristiques :

Racloirs.

Racloir n° 3. — *Pièce ovale* (95 mm. × 52 mm.), ocracée, peu épaisse, à grains fins. La face supérieure est taillée par petits éclats. L'arête droite, finement retouchée, porte à la base de nombreux écrasements : indice de grande utilisation. L'arête gauche est faiblement abattue afin, selon nous, de faciliter la préhension.

Racloirs-grattoirs.

Racloir-grattoir n° 8. — Éclat épais (120 mm. × 55 mm.), gris-bleu, à gros grains. Deux grands éclats ont été détachés de la face supérieure. Les deux sommets ont été tronqués. L'extrémité supérieure a été vraisemblablement utilisée comme grattoir. L'extrémité inférieure a, elle, été récemment cassée. L'arête droite a servi de racloir, en partie sur une face, en partie sur l'autre. L'arête gauche porte des traces de martelage facilitant la préhension.

Grattoirs.

Grattoir n° 5. — Gros éclat de débitage (105 mm. × 53 mm.) muni en partie de son cortex et utilisé à une extrémité comme grattoir.

Couteaux.

Couteau n° 4. — Petit éclat triangulaire (49 mm. × 40 mm.) ayant servi de couteau sur l'arête gauche.

Couteau n° 6. — Éclat allongé (64 mm. × 27 mm.) dont l'arête droite a été utilisée comme couteau.

Couteau n° 7. — Bel éclat allongé (88 mm. × 28 mm.) dont l'arête droite, finement retouchée par petits éclats, a servi de couteau. Dos épais. Les trois arêtes de la pointe sont émêchées, ce qui nous porte à croire que cette extrémité aurait également pu servir de perçoir.

Couteau n° 9. — Jolie pièce grisâtre, tachetée de blanc (94 mm. × 45 mm.). Le cortex est réservé sur la partie inférieure gauche — la plus épaisse — la partie supérieure est abattue. Seule l'arête droite, avec ses retouches fines et régulières, a été utilisée comme couteau.

---

(1) J. DAMBLON, à qui nous sommes, en outre, redevables de la détermination et de la description des pièces.

Scies.

Scie n° 13. — Pièce massive (104 mm. × 75 mm.), grise, tachée de brun, avec une arête retouchée irrégulièrement, afin d'en permettre l'utilisation comme scie. Elle est percée d'un trou naturel sur les bords duquel quelques éclats ont cependant été détachés.

Scie n° 14. — Éclat gris à section triangulaire (60 mm. × 40 mm.) ayant servi de scie sur son arête gauche et peut-être utilisé comme perçoir à son extrémité

Tranchets.

Tranchet n° 10. — Pièce allongée (90 mm. × 50 mm.), grise, à grain assez fins. L'extrémité supérieure, taillée en biseau, a une de ses arêtes utilisée comme tranchet. La partie inférieure a été taillée afin de la rendre moins anguleuse et de ce fait faciliter la préhension.

Tranchet n° 11. — Pièce allongée à section triangulaire (108 mm. × 65 mm.), gris jaunâtre à grains fins, utilisé comme tranchet sur une arête, comme couteau sur l'autre.

Tranchet n° 12. — Gros éclat gris (65 mm. × 57 mm.), recouvert entièrement de son cortex sur une face, ayant servi de tranchet ou plus exactement de ciseau

Nous avons, outre ces différents types d'outils, recueilli des nucléi et des éclats portant ou non des traces d'utilisation.

Des descriptions qui précèdent nous pouvons conclure qu'en règle générale, nos exemplaires sont assez rudimentairement taillés sauf peut-être le racloir n° 3, duquel ont été détachés des éclats nombreux. La plupart de nos pièces sont de préhension facile. Cette question semble avoir préoccupé les préhistoriques de l'endroit; ils l'ont en partie résolue, soit par abatage, soit par taille appropriée de la pièce.

Il est nécessaire de souligner que ces tout premiers résultats ne peuvent servir que d'entrée en matière à une étude systématique et approfondie de cette industrie humaine du Haut Plateau de la Baraque Michel, étude que nous nous proposons d'entreprendre le plus tôt possible dès que le temps nous le permettra.

La plupart des pièces décrites ci-dessus ont été expédiées à M. Peyrony, conservateur du Musée des Eyzies en Dordogne, avec qui l'un de nous est en rapport depuis longtemps. L'éminent préhistorien a confirmé notre détermination dans sa lettre du 2 octobre 1937 :

« Toutes les pièces me paraissent appartenir à la culture moustérienne et être par conséquent le produit d'un travail humain...

» Presque tous ces objets présentent un plan de frappe correspondant à un concoïde de percussion.

» Vous êtes bien en présence d'une industrie humaine que vous devez recueillir soigneusement.

» (*s.*) PEYRONY. »

Ces pièces moustériennes ont été trouvées dans les déblais extraits au niveau de l'argile de base, dans un limon argileux compact.

Nous ne pouvons, dans cette note préliminaire, donner aucune précision sur la situation exacte de ces restes dans le profil du terrain.

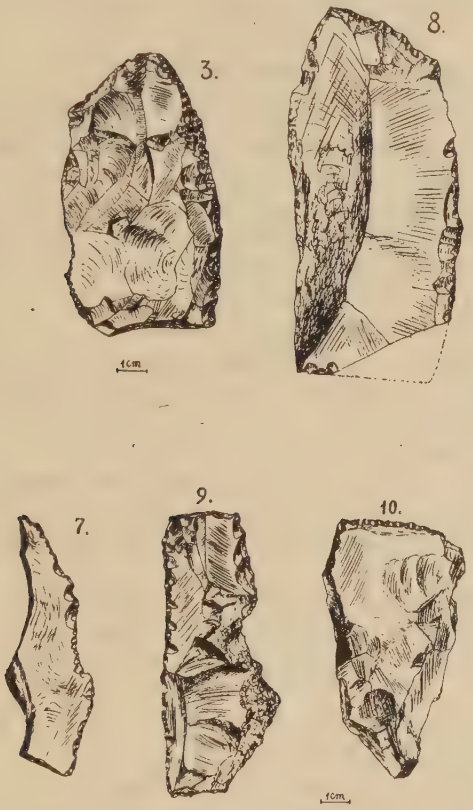


FIG. 8. — Dessin de quelques pièces moustériennes trouvées à la Baraque Michel dans les déblais du Vivier de Beaulou. — N° 3 : Racloir. — N° 8 : Racloir-grattoir. — N°s 7 et 9 : Couteaux. — N° 10 : Tranchet.

Un travail méthodique nous permettra l'an prochain de situer exactement, par rapport au remblai, la couche à silex moustériens.

Telle quelle cependant, cette découverte d'industrie préhistorique est extrêmement intéressante, car elle ouvre aux préhistoriens un champ d'investigations absolument neuf : jusqu'à présent, en effet, il a été admis qu'il n'existait aucune trace

d'industrie préhistorique sur le Plateau de la Baraque Michel (en dehors des éolithes décrits naguère).

Étant donnée la situation de sommet du Plateau des Fagnes, il ne semble pas probable que ces restes d'industrie aient été amenés là. Ils constituent donc un témoin de l'histoire ancienne du Haut Plateau : pendant une partie au moins des époques glaciaires, celui-ci a été habité par l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

(1) M. Denis, G. Erdtman et F. Firbas, *Arch. de Botan.*, **10**, 201-216, 1927.

(2) G. Erdtman, *Särtryck ur Svensk Botanisk Tidskrift*, **20**, 238-250, 1926.

(3) — *Bull. Cl. Sc. Acad. roy. Belg.*, 5e sér., **13**, nos 10-11, 656-660, 1927.

(4) et (5) — *Litterature on pollen statistics published before 1927*, et *Litterature on pollen statistics published during 1927-1929*, *Geol. För. y Stockh. Förhand.*, mars-avril 1927 et mars-avril 1930.

(6) — *Ibidem*, **50**, 3, 419-428, 1928.

(7) — *Journ. of Ecology*, **17**, n° 1, 112-126, 1929.

(8) — *Ibidem*, **19**, n° 1, 158-163, 1931.

(9) G. Erdtman et H. Erdtman, *Särt.u r Svensk Botan. Tidsk.*, **27**, 3, 347-357, 1933.

(10) F. Florschütz, *Rec. des Trav. Bot. néerl.*, **29**, 1-19, 1932.

(11) F. Florschütz et E. C. Wassink, *ibidem*, **32**, 438-452, 1935.

(12) P. Keller, *Pollen analytische Untersuchungen an Schweizer-Mooren und ihre Floren-geschichtliche Deutung*, H. Huber, Bern, 1928.

(13) — *Beih. zum Botan. Centralbl.*, **46**, II, 396-489, 1930.

(14) B. Polak, *Rec. Trav. Bot. néerl.*, **33**, 313-332, 1936.

(15) K. Rudolph et F. Firbas, *Beih. zum Bot. Centralbl.*, **41**, II, 1-2, 1-162, 1925.

(16) K. Rudolph, *ibidem*, **45**, II,1 , 1-180, 1928.

(17) — *Ibidem*, **47**, II, 111-176, 1930.

(18) P. B. Sears, *Bot. Gaz.*, **89**, n° 1, 94-106, 1930.

(19) Goury, *L'Homme des cités lacustres*. A. Picard, Paris, 1932.

(20) R. et M. Bouillenne, *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, **58**, n° 2, 187-201, 1926.

(21) M. Bouillenne-Walrand et Abbé Dubois, *Hautes-Fagnes*, n° 5, 1936.

(22) Abbé Toussaint, *Hautes-Fagnes*, n° 4, 1937.

Station scientifique du Mont Rigi et Institut Botanique de l'Université de Liége.

M. HAYEZ, Imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.

M. BOUILLENNE - WALRAND

et L. DELARGE

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DES PIGMENTS VÉGÉTAUX

I. EXTRACTION ET CRISTALLISATION

DE LA PHYCOCYANINE

DE *PHORMIDIUM UNCINATUM* Gom.

NEMOURS

IMPRIMERIE ANDRÉ LESOT

—

1937

EXTRAIT DE LA *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE*
Tome 49, page 537 (1937)

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES PIGMENTS VÉGÉTAUX

I. EXTRACTION ET CRISTALLISATION DE LA PHYCOCYANINE DE *PHORMIDIUM UNCINATUM* Gom.

par Mme **M. BOUILLENNE-WALRAND** et **L. DELARGE**

INTRODUCTION

Dans un précédent travail, l'un de nous [1] a exposé une méthode de culture, qui permet de disposer rapidement de quantités importantes de *Phormidium uncinatum* Gom., Schizophycée hormogonéale homocystée. Cette algue, récoltée dans une mare des environs de Liége (Esneux : Roche-au-Faucon) a été isolée à l'état unialgal, c'est-à-dire en cultures ne contenant rigoureusement qu'un seul organisme chlorophyllien. Les essais d'obtention de cultures tout à fait pures, ont été vains : il n'a pas été possible de séparer cette Schizophycée à gaine gélatineuse, des bactéries qui se trouvent engluées dans la membrane.

En solution modifiée de Detmer (1), à la lumière artificielle continue et à 25°C. de température moyenne, *Phormidium uncinatum* Gom. prend un développement considérable. C'est ainsi que,

(1) Cette solution est le liquide de Detmer où le phosphate monopotassique a été remplacé par du phosphate bipotassique. Cette modification a pour effet de diminuer l'acidité du milieu, les Schizophycées ne se développant généralement pas bien en réaction acide. Voici la composition du milieu de culture : $Ca(NO_3)$ 2 : 1 gr. — KH_2PO_4 : 0.25 gr. — KCl : 0.25 gr. — $MgSO_4$: 0.25 gr. — Fe_2Cl_6 (solution à 1 %) trace — eau : 1.500 gr.

grâce à de nombreux repiquages, on a pu récolter en quatre mois (à dater du jour de l'obtention de la culture unialgale) 15 grammes d'algues séchées. Ce résultat se montre très satisfaisant, si l'on songe qu'il s'agit ici d'une algue filamenteuse microscopique.

Sur ce matériel de culture très pur et renouvelable à volonté, nous avons entrepris la mise au point de l'extraction et de la cristallisation du ou des chromoprotéides dissous dans le suc cellulaire.

Les Phycochromoprotéides, la phycoérythrine et la phycocyanine, sont des pigments hydro-solubles, caractéristiques des Rhodophycées et des Schizophycées. Ce sont des protéines dont le groupe prosthétique est apparenté aux pigments biliaires. Elles présentent des caractères de globulines (Kylin [2], Lemberg [3, 4, 5]).

La plupart des auteurs les ont extraits à partir des Floridées (Rhodophycées, *Ceramium rubrum* et *Porphyra tenera*) qui contiennent les deux pigments : Phycoérythrine en quantité comparativement notable, Phycocyanine souvent en petite quantité.

Pour l'étude de la Phycocyanine, les Schizophycées ont été moins étudiées. En effet, ces algues se trouvent clairsemées à l'état de nature, tandis que les Floridées se récoltent facilement par 40 à 50 kilogs. C'est la raison de la préférence dont ces dernières ont été l'objet.

Exceptionnellement cependant, on a pu se procurer certaines Schizophycées en quantité suffisante, comme par exemple *Aphanizomenon flos aquae* que Svedberg et Katsurai ont pu traiter à partir d'une masse d'une trentaine de kilogs d'Algues draguées en surface d'un lac.

L'historique des recherches sur le contenu pigmentaire des Schizophycées en particulier et sur les phycochromoprotéides en général a été donné excellement par plusieurs auteurs. Nous renvoyons le lecteur aux plus récents de ces exposés : Kylin [2, 6, 7], Boresch [8, 9, 10], Svedberg et ses collaborateurs [11, 12], Lemberg [3, 4, 5, 13], Rodio [23], Dhéré et Fontaine [14].

On est frappé de l'intérêt que ces pigments ont suscité et de l'ancienneté des études qui leur ont été consacrées : les premiers travaux datent de 1835 (Nees von Esenbeck [15]), immédiatement suivis par l'isolement (Kutzing [16]) en 1843 de pigments hydrosolubles, qui furent nommés phycocyanine chez les Schizo-

phycées et phycoérythrine chez les Floridées. Ces substances se ressembleraient beaucoup au point de vue chimique.

Cependant, une grande confusion règne sur les divers points de savoir : si les deux groupes d'Algues contiennent chacun un ou plusieurs pigments. Sorby (1877) [17] trouve trois sortes de phycocyanine ; si, à la mort des cellules des Schizophycées, un pigment éventuel phycochrome se scinde ou ne se scinde pas en chlorophylle et phycocyanine (Cohn [18], 1867) ; si la phycoérythrine provient de la transformation de la phycocyanine par vieillissement des extraits (Teodoresco, [20], 1920) ; si ces pigments sont apparentés aux substances colorées rouges des Russules et de *Amanita muscaria* (Nadson [20], 1893).

Il nous paraît important de souligner l'importance des résultats obtenus par quelques auteurs : Molisch (1894-95) [21, 22, 23], qui confirme l'hypothèse suggérée par Hansen [24] en 1893 de la nature protéique de la phycoérythrine et de la phycocyanine et qui obtient ces deux substances à l'état cristallin. Molisch distingue trois variétés principales de phycocyanine :

phycocyanine bleue-verte, fluorescence rouge-carmin,
phycocyanine violette, fluorescence rouge-carmin,
phycocyanine bleue.

Kylin (1910) [2] définit la nature chimique réelle des pigments des Algues rouges et propose des les appeler Phycochromoprotéides ; il publie les premières photographies de cristaux de phycoérythrine et de phycocyanine.

D'après lui, les pigments considérés sont des corps quaternaires, composés d'une protéine et d'un radical coloré ;

— Ils sont insolubles dans l'eau pure et solubles dans l'eau additionnée d'un peu d'alcali ou de sel neutre. Ils manifestent en général, les caractères de solubilité et de précipitation des globulines ;

— Par l'action de la chaleur, d'un acide ou d'un alcali, la protéine se sépare du radical coloré ;

Enfin, la réaction caractéristique qu'ils présentent est l'apparition, en présence d'alcali, d'une coloration verte à fluorescence rouge-brun.

En 1912, Kylin [6] démontre que la coexistence des deux phycochromoprotéides est fréquente chez les Floridées bien que plusieurs de ces Algues ne contiennent que l'un de ces pigments ; il existe notamment des Floridées qui ne possèdent que de la phycocyanine, substance que l'on croyait spécifique des Schizophycées.

Il émet aussi l'hypothèse que certaines Schizophycées peuvent contenir de la phycoérythrine.

Kylin considère qu'il y a trois sortes de phycocyanine :

— une variété *bleu-verte*. Solution bleue, bleue-verte. Bande d'absorption dans l'orange. Rhomboèdres hexagonaux et rares formes prismatiques. Pas de pléochroïsme.

— une variété *bleue*. Solution bleue à fluorescence rouge-carmin sombre. Deux bandes d'absorption : une dans l'orange, l'autre entre le vert et le jaune. L'auteur n'a pas obtenu de cristaux.

— une variété *bleue-violette*. Solution bleu-indigo ; fluorescence rouge-marin sombre. Deux bandes d'absorption, une dans l'orange, l'autre dans le vert. Cristaux tabulaires rhomboédriques, dichroïques (bleu et violet).

Boresch [8], par l'étude des spectres d'absorption d'extraits aqueux de nombreuses Schizophycées, classe ces algues en trois groupes arbitraires :

1° Celles qui ne possèdent pas de la phycocyanine ;

2° Celles qui possèdent de la phycocyanine et de la phycoérythrine ;

3° Celles enfin, qui, à côté de la phycoérythrine, ont peu ou pas de phycocyanine.

D'après lui, il n'existe, dans les Schizophycées, qu'une seule espèce de phycocyanine, la variété bleue-verte de Molisch et Kylin ; les autres variétés, bleue (Kylin), bleue-violette (Molisch et Kylin) et violette sont des mélanges de phycocyanine bleue-verte et de Schizophycoérythrine.

Svedberg et Lewis [11], partant d'extraits de *Ceramium rubrum* déterminent les poids moléculaires de la phycoérythrine et de la phycocyanine au moyen des méthodes d'équilibre de sédimentation et de vitesse de sédimentation à la centrifugeuse. Ils trouvent pour la phycoérythrine un poids de 208.000 ± 8.000 ; pour la phycocyanine un poids moléculaire variable selon le pH. de la solution :

$$106.000 \pm 5.000$$
$$208.000 \pm 5.000$$

Les auteurs font remarquer que ces poids moléculaires, comme c'est aussi le cas pour l'hémoglobine, sont approximativement des multiples du poids moléculaire de l'ovalbumine (34.500).

En 1929, SVEDBERG et KATSURAI [12] étudient les chromoprotéides d'une Floridée (*Porphyra tenera*) et d'une Schizophycée (*Aphanizomenon flos aquae*). La première contient de la phycoérythrine et de la phycocyanine; la seconde, de la phycocyanine uniquement.

Le volume spécifique des trois protéines est le même et est indépendant du pH.

L'absorption de la lumière est la même pour la phycoérythrine de *Porphyra* et de *Ceramium* (Floridées), la même aussi pour la phycocyanine de ces deux algues, mais elle est différente pour la phycocyanine de *Aphanizomenon* et celle de *Porphyra*.

De même aussi, le point isoélectrique de la phycocyanine de *Aphanizomenon* [4, 7] diffère légèrement de celui de la phycocyanine des Floridées [4, 5].

Les auteurs concluent donc à l'existence de deux phycocyanines:

la R. phycocyanine chez les Floridées;

la C. phycocyanine chez *Aphanizomenon flos aquae*.

Enfin, les remarquables travaux de LEMBERG [3, 4, 5] (1928, 1929, 1933) apportent les précisions que l'on attendait au sujet de la nature chimique des phycochromoprotéides.

Travaillant sur deux Floridées *Ceramium rubrum* et *Porphyra tenera*, il obtient la Phycocyanine et la Phycoérythrine à l'état cristallin. Le point isoélectrique de la première est au pH 4.4; de la seconde, entre 4.0 et 4.4; la phycoérythrine pure ne contient pas de fer, mais à peu près 0.25% de Ca (l'auteur fait remarquer que ce Calcium ne se trouve peut-être pas dans la molécule, mais est un résidu résultant de la méthode d'extraction).

LEMBERG [4] parvient à isoler le radical coloré des phycochromoprotéides. Il l'appelle *phycobiline*, en raison de sa ressemblance avec les pigments biliaires. L'extraction se fait par HCl à chaud, puis par le chloroforme; le tout à l'abri de l'oxygène. La *phycoérythrobiline*, groupe prosthétique de la phycoérythrine, se rapproche de l'*urobiline*. La *phycocyanobiline* extraite de *Porphyra tenera* a pour formule $C_{33}H_{14}N_4O_8$ et est apparentée à la bilicyanine, produit d'oxydation de la *bilirubine*.

LEMBERG pense que les conditions biologiques où se sont trouvées les algues ayant servi aux extractions peuvent modifier la nature des pigments. Il fait remarquer qu'on a trouvé de la R-phycoéry-

thrine chez les *Schizophycées* et C-phycocyanine chez les Floridées. En outre, il existe probablement une phycocyanine *bleue*.

Le dernier mémoire de Lemberg (1933) montre les relations biochimiques existant entre les phycochromoprotéides et les sels biliaires.

D'autres auteurs ont récemment ajouté à cet ensemble de recherches la documentation des spectres d'absorption : Dhéré et Fontaine **[14]**.

*
* *

Cependant, malgré cette série abondante de recherches, un grand nombre de résultats restent contradictoires. Par exemple, le point de savoir s'il existe réellement plusieurs variétés de phycocyanine et de phycoérythrine est très controversé.

Les couleurs variées que présentent ces pigments proviennent-elles de leur mélange, comme le pense Boresch (1921), ou bien les conditions biologiques où se sont trouvées les algues ayant servi aux extractions ont-elles modifié la nature des pigments ? Lemberg (1930). Ceux-ci peuvent-ils se présenter sous forme non fluorescente ? Kylin (1931).

En vérité, tous ces auteurs, Boresch excepté, n'ont eu à leur disposition que des algues recueillies à l'état de nature. Leurs extractions sont fortement troublées par l'incontrôlable variété du matériel biologique.

De plus, en ce qui concerne la phycocyanine des Schizophycées, ils n'ont jamais travaillé, sauf Svedberg et Katsurai, que sur de petites quantités d'Algues (Molisch, Boresch).

Notre méthode de culture nous permettant de disposer rapidement d'une grande quantité de *Phormidium uncinatum*, nous avons pu entreprendre sur ce matériel de choix, dans des conditions spécialement favorables, la recherche d'un procédé précis d'extraction et de cristallisation de la phycocyanine des Schizophycées.

Dans ces conditions, nous nous sommes proposés :

1° de déterminer les meilleures conditions d'extraction et de cristallisation du ou des pigments hydrosolubles ;

2° de voir si, comme le propose Kylin, la forme cristalline ou

la couleur des solutions pures permet de distinguer les diverses espèces de phycocyanine ;

3° de comparer la phycocyanine cristallisée de *Phormidium uncinatum*, au point de vue absorption de la lumière, à la phycocyanine de *Aphanizomenon flos aquae* cristallisée par SVEDBERG et KATSURAI.

TECHNIQUE

A. — Extraction de la Phycocyanine.

La méthode généralement utilisée consiste à faire macérer les Algues dans de l'eau distillée additionnée de quelques gouttes de CS_2 ; les cellules meurent ; le pigment diffuse dans le milieu extérieur.

Différents auteurs (SVEDBERG) laissent les Algues préalablement essorées sur papier filtre, s'autolyser pendant quelques jours à l'obscurité. Puis, ils arrêtent la putréfaction en ajoutant du toluène ; la diffusion du pigment s'opère pendant 5 à 20 jours.

Nos premiers essais d'extraction de la phycocyanine à partir de *Phormidium uncinatum* Gom. furent un échec. Nos Algues, traitées comme il vient d'être dit, n'ont laissé diffuser dans l'eau, après 3 ou 4 semaines, que des traces de pigment.

Après évaporation du liquide, sous azote et vide partiel, nous avons obtenu quelques lamelles bleues dichroïques.

Nous avons alors essoré nos Algues ; puis nous les avons broyées avec du verre pilé et placées en atmosphère de CS_2 pendant quelques minutes. Mises ensuite en macération dans l'eau pendant de nombreux jours, elles n'ont pas donné un meilleur résultat. D'ailleurs, la plupart des filaments d'Algues étaient encore en vie après ce temps.

L'extraordinaire résistance de ce matériel doit être attribuée à la présence, autour des cellules, d'une fine membrane gommeuse, hydrogel consistant, entourant les trichomes et formant autour des cellules une gaine protectrice, tout au moins vis-à-vis des toxiques tels que CS_2.

Au contraire, l'alcool à 94° les tue au bout de deux ou trois minutes. Mais lorsqu'elles sont préalablement séchées au vide, l'al-

cool agit beaucoup plus lentement : après 12 minutes d'immersion dans l'alcool, les Algues préalablement desséchées commencent immédiatement à se diviser, dès qu'elles sont remises en culture.

Dans le mémoire cité plus haut [1], on trouvera l'exposé détaillé de la résistance de *Phormidium uncinatum* à l'action de différents facteurs : dessiccation, vide, CS_2, alcool, éther de pétrole, etc.

Nous avons alors adopté, pour l'extraction du pigment, la méthode suivante qui donne un excellent résultat : Les Algues sont essorées à la trompe à eau, puis séchées pendant trois jours (1), en atmosphère d'Azote sec et sous pression très réduite. (Nous avons employé la trompe de Leybold qui donne un vide de quelques millimètres ; l'atmosphère d'Azote dans l'exsiccateur contenant les Algues était renouvelée trois à quatre fois par jour). Après ce temps, les Algues sont à peu près complètement déshydratées : par exemple, deux échantillons d'Algues, séchés au vide et pesant respectivement 0,057 et 0,036 mgr., mis à l'étuve à 105°, donnent un poids sec de 0,052 et 0,034 gr.

Les Algues sont ensuite broyées au mortier avec du verre, puis soumises à l'action de CS_2 pendant une demi-heure. Après ce traitement, elles sont tuées. Si on ensemence cette poudre en solution modifiée de Detmer, il n'y a plus aucun développement.

La poudre d'Algues, mise ensuite dans 10 à 20 parties d'eau distillée, laisse immédiatement diffuser son pigment et l'on obtient, après une heure de macération et filtration, un liquide de coloration bleu-indigo très prononcée, à fluorescence rouge-carmin intense. En lumière réfléchie, il rappelle la solution concentrée d'hémoglobine.

Le résidu de la première extraction du pigment est encore coloré (en bleu vert). Il est alors séché sous vide pendant 3 jours, puis traité par l'éther de pétrole afin d'enlever les caroténoïdes et la chlorophylle. En effet, nous avons remarqué qu'il n'est pas possible d'extraire d'un coup toute la phycocyanine de nos Algues.

Cette nécessité d'alterner les extractions de phycocyanine avec celle de la chlorophylle et des caroténoïdes nous porte à admettre l'hypothèse de Nageli [25, 26, 27] ; (voir aussi Cohn [18]) suivant

(1) Boresch [8]. séchait préalablement ses Schizophycées à 40°-50° puis les broyait avec du sable.

laquelle les phycochromoprotéides formeraient avec la chlorophylle et les caroténoïdes, un seul *complexe* pigmentaire, sinon, le premier épuisement par l'éther de pétrole aurait dû entraîner tous les pigments chlorophylliens et caroténoidiques.

Le seconde extraction de pigment se fait avec une solution $\frac{M}{10}$ de phosphate monopotassique amenée au pH 6-6,4 au moyen de NaOH $\frac{N}{2}$. Après trois jours de macération, la solution de pigment est filtrée, le résidu de la filtration est séché, traité à nouveau par l'éther de pétrole qui enlève encore des pigments chlorophylliens et caroténoïdiques ; enfin, les dernières traces de phycocyanine sont extraites par le même moyen que précédemment (troisième extraction).

B. — **Cristallisation de la Phycocyanine.**

Pour séparer le pigment à l'état cristallin, certains auteurs, comme Molisch, laissent évaporer lentement et à l'obscurité la solution à laquelle on a ajouté peu très de $(NH_4)_2SO_4$.

D'autres, comme Svedberg, précipitent la phycocyanine de ses solutions par addition de $(NH_4)_2SO_4$; le précipité est ensuite redissout dans l'eau distillée, soumis à la cristallisation après addition d'un volume de solution saturée de sulfate ammonique pour 5 volumes de la solution du pigment. La purification consiste en de nombreuses recristallisations.

Nous avons essayé la séparation du pigment de nos solutions concentrées de phycocyanine par les moyens indiqués ci-dessus ; on obtient en première précipitation un produit vraiment très hétérogène qui nécessite de nombreuses manipulations de purification avant d'avoir ces cristaux relativement purs.

Dans un autre essai, nous n'avons rien ajouté à notre solution concentrée de phycocyanine (pH. 6.04) ; nous l'avons laissée 21 jours en glacière, dans un exsiccateur sous atmosphère d'Azote et vide partiel ; après ce temps, la solution encore fortement colorée laisse déposer un précipité bleu. Ce précipité est formé de masses bleues non cristallines, de quelques plaquettes hexagonales bleues, de

massifs de cristaux prismatiques bleu-foncé et de quelques lamelles triangulaires de même teinte.

La figure 1 montre l'aspect de ce précipité. Les cristaux sont très bien formés, mais cette méthode exige un temps considérable, pendant lequel les solutions de phycocyanine s'altèrent.

Nous avons donc abandonné l'un et l'autre moyen de précipi-

Grossissement $\frac{350}{1}$

Fig. 1. — Première cristallisation de la solution brute de phycocyanine (ph. 6.04), après un mois de séjour en glacière, sous azote ; cristaux prismatiques bleu foncé, tablettes hexagonales bleues, tablettes triangulaires.

tation de la phycocyanine et nous avons appliqué une donnée établie par Svedberg et Katsurai dans leur remarquable étude sur la phycocyanine et la phycoérythrine de *Porphyra* et *Aphanizomenon*. Au voisinage du pH 4.6 (zone isoélectrique), le poids moléculaire des protéines étudiées est le plus élevé et le plus *uniforme* :

208.000 ±5.000 ; au pH 6.8 au contraire, la phycocyanine de *Aphanizomenon flos aquae* donne un mélange de groupes moléculaires de poids différents : 35% de P.M. 100.000 et 65% de P.M. 208.000 ; par contre, d'autres caractéristiques physiques comme le volume

Grossissement $\frac{430}{1}$

Fig. 2.— Première cristallisation de la solution brute de phycocyanine, amenée au ph 4.02, après 60 heures de séjour en glacière, sous azote ; tablettes hexagonales bleues.

spécifique et l'absorption de la lumière ne présentent aucun changement entre ces deux limites de concentration ionique.

D'une solution concentrée de phycocyanine, obtenue comme nous l'avons dit, nous avons prélevé quatre fois 25 cc. que nous avons amenés respectivement aux pH de 4.14 — 4 — 3.9 — 3.8,

au moyen d'acide acétique $\frac{N}{10}$ (1). Après 24 heures, puis 60 heures de séjour en glacière et sous Azote, nous avons obtenu les résultats suivants :

Après 24 heures : Dans les 4 tubes, la solution est encore fortement colorée en bleu indigo avec fluorescence carmin intense. Dans

Grossissement $\frac{450}{1}$

Fig. 3.— Première cristallisation de la solution brute de phycocyanine amenée au pH 3.8, après 24 heures de séjour en glacière sous azote ; petits cristaux bleus.

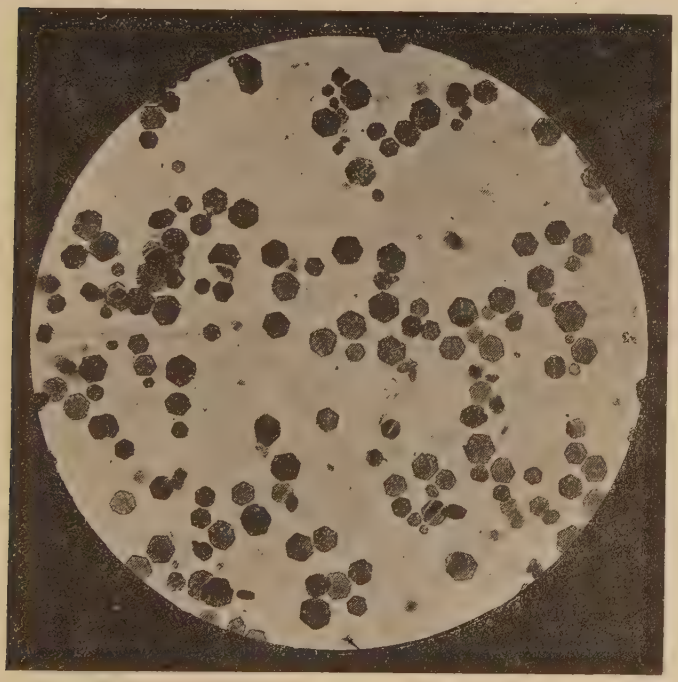
les deux premiers tubes (pH 4.14 et 4) on aperçoit un précipité amorphe blanc-verdâtre mélangé de quelques cristaux bleus.

Dans les deux derniers tubes (pH 3.9 et 3.8) le même précipité amorphe se présente mélangé de nombreux cristaux bleus.

(1) Les déterminations de pH ont été faites au moyen du potentiomètre de Gerber (1934 .

Après 60 heures: Dans les 4 tubes, la solution est décolorée et, dans la masse amorphe du précipité, de nombreux cristaux bleus apparaissent.

Dans les deux premiers tubes (pH 4.14 et 4) se forment des



Grossissement $\frac{200}{1}$

Fig. 4. — Cristallisation de la solution purifiée de phycocyanine, amenée au pH 4.0, après 65 heures de séjour en glacière, sous azote ; tablettes hexagonales bleues.

plaquettes hexagonales régulières, mélangées de quelques lames triangulaires (voir fig. 2).

Dans les deux autres tubes (pH 3.9 et 3.8) on voit des cristaux rhombiques beaucoup plus petits (voir fig. 3).

Tous les cristaux représentés aux figures 1,2,3, sont mélangés, comme nons l'avons dit, de masses amorphes, blanc vert, qu i, aux pH. 4.5 à 4.2 précipitent les premières.

Nous avons donc, pour l'expérience résumée au tableau 1, adopté la technique suivante. La solution concentrée de Phycocyanine (pH. 6.04) est amenée au pH. 4.48 et laissée 24 heures en glacière, sous atmosphère d'azote ; elle est ensuite filtrée sous courant d'azote

Grossissement $\frac{200}{1}$

Fig. 5. — Cristallisation de la phycocyanine du 2e liquide d'extraction des algues. Lamelles hexagonales.

et pression réduite (filtre dur ; puis le filtrat est amené au pH. 4 et remis en glacière sous atmosphère d'azote. Après 65 heures, nous avons obtenu de beaux cristaux représentés par la photo 4. La fig. 5 représente les cristaux obtenus à partir de la deuxième extraction des algues.

Ainsi donc, en laissant cristalliser différentes portions d'une même solution de phycocyanine extraite de *Phormidium uncinatum* Gom. et amenées à des pH différents 6.04 — 4.14 — 4 — .9 — 3.8,

TABLEAU I

Lot A : Algues récoltées en surface des milieux de culture. Poids des Algues séchées : 4 gr. 32 + CS_2 ; + H_2O (20 part.) ; 2 heures de macération.

A_1

Solution bleue (70 cc.) ; pH 6.04

- 20 cc. abandonnés en exsiccateur en glacière, pendant un mois.
  - cristaux prismatiques et hexagonaux de phycocyanine (photo 1).
  - solution bleue dichroïque remise en glacière.
- 50 cc. amenés au pH + 4.48 24 heures en glacière.
  - précipité blanc vert
  - filtrat bleu amené à pH 4.0.
    - cristaux de phycocyanine (photo 4).
    - solution incolore pH 4.0

P. total des cristaux : 0.041 gr.

Résidu bleu vert + éther de pétrole

- résidu bleu vert traité par solution de $KH_2PO_4 + NaOH$ pH 6.02
  - solution bleue fluorescente A_2 (50 cc amenée à pH 4.04) comme A_1 cristallisation complète (photo 5).
  - résidu vert + éther de pétrole.
    - résidu bleuâtre traité par solution de phosphate au pH 6.02.
      - solution A_3 pH 6.37 amenée à pH 4
      - résidu bleuâtre.
        - 10 jours glacière
          - cristaux de phycocyanine
          - solution incolore
    - solution de pigments chlorophylliens.
- solution verte fluorescente éthérée (caroténoïdes, chlorophylle).

nous avons obtenu toutes les formes de cristaux publiés par divers auteurs : Molisch, Svedberg, Kylin, Lemberg et trouvés dans les solutions de phycocyanine provenant soit de Floridées, soit de Schizophycées.

Les prismes allongés bleu-foncé de phycocyanine cristallisée de la solution au pH 6.04 sont analogues à ceux que Svedberg et Katsurai ont isolés de *Aphanizomenon flos aquae*. Ces auteurs ont appelé ce produit C phycocyanine.

Les cristaux en tablettes hexagonales obtenus de la solution au pH 4.14, ressemblent aux rhomboèdres hexagonaux de la phycocyanine bleue-verte de Kylin. Les cristaux de forme rhombique obtenus à un pH inférieur à 4, ressemblent aux tablettes rhombiques de phycocyanine des Floridées que Lemberg a fait cristalliser des solutions du pigment des Floridées.

Enfin, si sur un porte-objet nous redissolvons quelques cristaux de la préparation photographiée en fig. 5 (tablettes hexagonales), nous retrouvons, par évaporation très lente, toutes les formes de la fig. 1.

M. Brasseur, chef de travaux à l'Institut de Physique de l'Université de Liége à qui nous avons soumis nos échantillons cristallins a bien voulu nous donner les renseignements cristallographiques suivants :

Les cristaux d'un bleu foncé sont, soit d'apparence hexagonale, soit de facies prismatique allongé,suivant le pH de la solution qui leur a donné naissance. On trouve encore, bien que plus rarement des tablettes triangulaires qui dérivent du même cristal que les tablettes hexagonales mentionnées ci-dessus.

Il n'a pas été possible de vérifier que les cristaux appartiennent au système rhomboédrique ou à une classe trigonale du système hexagonal.

L'existence de tablettes triangulaires, bien que pas absolument décisive pour l'élimination du système hexagonal, est un argument de poids auquel se joignent d'autres phénomènes optiques.

Les angles des deux faces dans les tablettes hexagonales et triangulaires sont respectivement de 120° et 60°.

Entre nicols croisés, ces tablettes ne rétablissent pas la lumière. Cette constatation montre qu'il s'agit bien ici de lamelles perpendiculaires à un axe optique d'un uniaxe, c'est-à-dire à un axe multiple.

Enfin, le relief des cristaux est assez relevé, Les cristaux d'apparence prismatique présentent une biréfringence élevée, comme l'indique l'existence de teintes de polarisation très vives.

Il n'a pas été possible de démontrer d'une façon scientifiquement rigoureuse qu'il s'agit effectivement de cristaux de nature identique à celle des tablettes hexagonales ou triangulaires décrites plus haut. Les seuls arguments en faveur de cette identité sont la coloration (bleu-foncé comme les précédents) et le relief très marqué.

L'aspect cristallin n'a donc aucune valeur pour distinguer plusieurs sortes de phycocyanine et affirmer leur existence. De même nous constatons que la couleur ou l'intensité de fluorescence des solutions dépendent surtout de la pureté de celles-ci et de leur pH (4.5 à 7) : la même solution de phycocyanine peut apparaître selon son mode d'extraction, par conséquent selon sa pureté et le pH de sa solution sous le triple aspect : bleu-vert à fluorescence rouge-carmin ; violet à fluorescence rouge-carmin, bleu-violet.

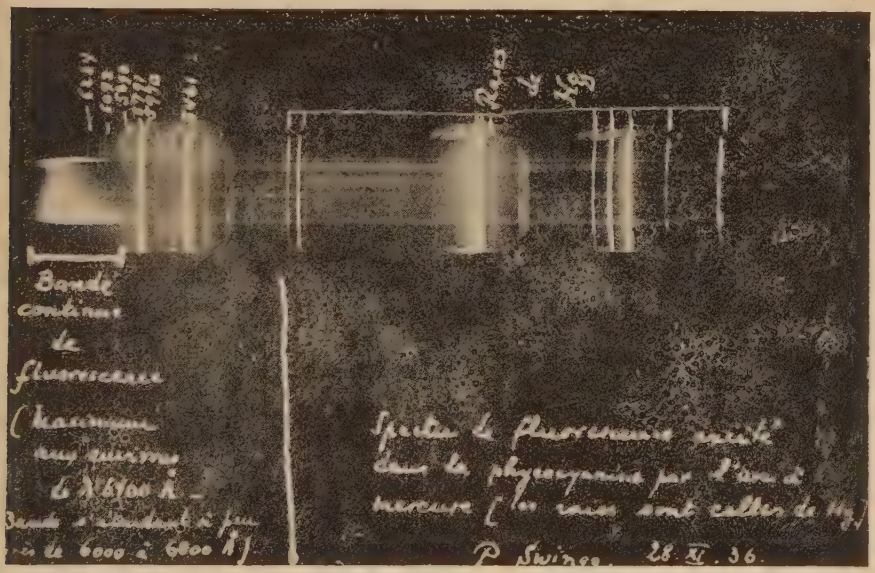


Fig. 6.

Nous pensons avec d'autres auteurs (Boresch, Svedberg et Katsurai, Lemberg, Kylin) que c'est à l'impureté des solutions étudiées, même au point de vue spectroscopique, qu'il faut attribuer la diversité des opinions quant au nombre de variétés de phycocyanine et de phycoérythrine.

Le remarquable travail de Svedberg et Katsurai sur des préparations purifiées de phycocyanine semble avoir établi en se basant surtout sur l'absorption de la lumière qu'il existe deux variétés de phycocyanine :

la R. phycocyanine isolée des Rhodophycées ou Floridées ;

la C. phycocyanine isolée de *Aphanizomenon flos aquae.*

N'étant ni outillés ni spécialisés en spectrométrie, nous avons transmis notre phycocyanine à M. le Professeur Swings, de l'Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége, qui a bien voulu nous remettre les renseignements suivants, après examen du produit :

» 1° Fluorescence excitée par l'arc au mercure : la phycocya-
» nine présente une bande continue de fluorescence s'étendant de
» 6.000 à 6.800 A° (voir fig. 6) (1).

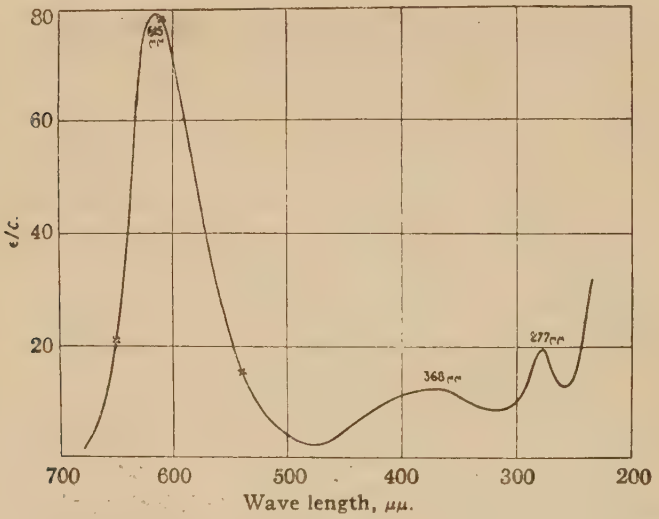


Fig. 7. — Reproduction de la courbe d'absorption de la C phycocyanine de Sreedberg. Les × indiquent les limites de longueurs d'onde entre lesquelles, la courbe d'absorption de la phycocyanine de *Phormidum uncinatum* Gem est superposable à celle d'*Aploanizomenon.*

» 2° Absorption dans le visible et l'U.V. solution de phyco-
» cyanine à 0.09% dans H_2O entre 6.500 et 5.400 A°, la courbe
» d'absorption est superposable à celle de la phycocyanine de *Apha-*
» *nizomenon flos aquae* sauf que le maximum d'absorption se place
» à 6.100 A°, tandis que pour la phycocyanine des *Aphanizomenon*
» le maximum est à 5.150 A° (voir fig. 7).

(1) En 1931, Dhéré et Fontaine ont publié une importante étude des spectres de fluorescence d'algues vivantes et des deux chromoprotéides purs, phycocyanine et phycoérythrine, préparés à Upsala dans les laboratoires de Svedberg et Tiselius.

» Entre 4.100 et 2.500 A°.

» Solution de phycocyanine à 0.07% examinée sous 20 mm. » d'épaisseur :

» En 4.000 30% de lumière passent ;

» en 3.663 2% de lumière passent ;

» en 3.342 1% de lumière passent.

» en 2.500 0,01% de lumière passe.

» Il semble donc qu'ici l'absorption soit continue et que l'allure générale de la courbe diffère légèrement de celle de la phycocyanine de *Aphanizomenon* » (1).

Enfin nous avons fait l'analyse capillaire de la solution A_1. Nous n'avons pas pu y mettre en évidence la présence de Phycoérythrine.

Phormidium uncinatum Gom. serait donc du nombre des Schizophycées n'ayant qu'un seul pigment : la phycocyanine.

***

CONCLUSION

1° Nous avons étudié la phycocyanine de *Phormidium uncinatum* Gom., à partir d'un matériel cultivé à l'état unialgal, *in vitro*, et nous en avons obtenu des quantités relativement considérables.

2° L'extraction du pigment a été réalisée en faisant préalablement sécher l'Algue sous vide pendant 2 ou 3 jours.

3° Aux pH compris entre 6 et 3.8, on obtient des cristaux de formes diverses : prismes allongés, tablettes de formes hexagonales ou rhomboédriques.

4° Aux pH 4 à 4.14 (zone isoélectrique), la cristallisation est rapide et régulière et donne des tablettes hexagonales.

5° La phycocyanine cristallisée montre, entre 6.500 et 5.400A°, un spectre d'absorption identique à celui de la *Phycocyanine* C. de Svedberg et Katsurai.

Institut de Botanique, Laboratoire de Phytochimie,
Université de Liége.

(1) L'étude de cette partie de la courbe d'absorption sera reprise ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

1. — Delarge (L.). — Recherches sur la culture d'une Schizophycée : *Phormidium uncinatum* Gom. *Mém. Soc. Roy. Sciences Liége*, 1937.
2. — Kylin (H.). — Ueber Phykoerythrin und Phykocyan bei *Ceramium rubrum*. (*Ztschr. f. Physiol. Chem.*, **69**, 169, 1910).
3. — Lemberg (R.). — Die Chromoproteide der Rotalgen, I. (*Liebigs Ann.* **461**, 46, 1928).
4. — Lemberg (R.). — Chromoproteide der Rotalgen. II. Spaltung mit Pepsin und Sauren. Isolierung einer Pyrrolfarbstoffe (*Liebigs, Ann.* **447**, 195, 1929).
5. — Lemberg (R.). — Die Phycobiline der Rotalgen. Uberfuhrung in Mesobilirubin und Dehydro-mesobilirubin (*Liebigs Annal.*, **505**, 151, 1933).
6. — Kylin (H). — Uber die roten und blauen Farbstoffe der Algen (*Ztsch. f. Physiol. Chem.*, **76**, 397, 1912).
7. — Kylin (H.). — Einige Bemerkungen uber Phykoerythrine und Phykocyan (*Ztsch. f. Physiol. Chem.*, **197**, 1, 1931).
8. — Boresch (K.). — Die Wasserloslichen Farbstoffe der Schizophyceen (*Bioch. Zeitschr.*, **119**, 167, 1921).
9. — Boresch (K.). — Phycoerythrin in Cyanophycee. (*Ber. d. d. Bot. Ges.*, **39**, 93, 1921).
10. — Boresch (K.).— Algen chromoproteide, in Klein : Handbuch der Pflanzenanalyse III, 2, 1935, Wien. 1932.
11. — Svedberg (T.) and Lewis. — The molecular Weights of Phycoerythrin and of Phycocyan (*Journ. Amer. Chem. Soc.*, **50**, 525, 1928).
12. — Svedberg (T.) and Katsurai (T.). — The molecular weight of Phycocyan and of phycoerythrin from *Porphyra tenera* and of phycocyan from *Aphanizomenon flos aquae*.(*Journ. Amer. Chem. Soc.*, **51**, 3573, 1929).
13. — Lemberg (R.). — Die Lichtextinktionen der Algen Chromoproteide (*Bioch. Zeitsch.* **219**, 255. 1930).
14. — Dhéré (Ch.) et Fontaine (M.). — Recherche sur la fluorescence des Algues et de leurs constituants pigmentaires (*Ann. Inst. Océanogr.* **10**, 249, 1931).
15. — Nees von Esenbeck. — Uber eine blauroten Farbstoffe, der sich bei der Zersetzung von Oscillarien bildet. (*Ann. Chemie und Pharm.* **17**, 75, 1836).

16. — KUTZING (Fr. T.). — Phycologia generalis (*Leipzig*, 1843).

17. — SORBY. — On the characteristic colouring matters of the red groups of Algae (*Journ. Linnean Soc. Bot.* **15**, 1877).

18. — COHN (F.). — Uber Oscillarieen und Florideen (*Bot. Zeit.* **25**, 38, 1867).

19. — TEODORESCO (E.C.). — Sur la présence d'une phycoérythrine dans le *Nostoc commune*. (*Rev. Gén. Bot.*, **32**, 145, 1920).

20. — NADSON (G.A.). — Uber das Phykocyan der Oscillarieen und seine Beziehungen zum anderen Pflanzenfarbstoffen(*Scripta Botanica*, **4**, 1893).

21. — MOLISCH (H.).— Das Phykoerythrin, seine Krystallisirbarkeit und Chemische Natur. (*Bot. Zeit.*, **52**, 1894).

22. — MOLISCH (H.). — Das Phykocyan, ein krystallisirbarer Eiweiskorper (*Bot. Zeit.*, **53**, 1895).

23. — MOLISCH (H.). — Untersuchungen ueber das Phykocyan (*Sitz. Kais. Akad.*, **115**, 1906).

24. — HANSEN.— Uber Stoffbildung bei der Meeresalgen (*Mitt. Zool. Station Neapel*, **11**, 1893).

25. — NAGELI (C.). — Die neuern Algensysteme (*Zurich*, 1847).

26. — NAGELI (C.). — Gattungen einzelliger Algen (*Zurich*, 1849).

27. — NAGELI und SCHWENDENER. — Das Mikroskop (*Leipzig*, 497, 1867, cité dans KYLIN).

28. — RODIO (G.). — Sui pigmenti dell Schizoficee e sul pigments rosso di una Schizoficea. (*Boll. Soc. Nat. Napoli*, **19**,403, 1927).

NEMOURS. — IMPRIMERIE ANDRÉ LESOT.

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*,
N° 12, 1937.

Sur l'utilisation de la méthode manométrique de Dixon et Keilin pour la mesure de la respiration cellulaire,

par Mme BOUILLENNE-WALRAND et P. PREVOT.

Diverses méthodes et appareils manométriques sont en usage pour la mesure des échanges gazeux de fragments de tissus ou d'organismes unicellulaires :

1. La méthode de Warburg (5, 1926), qui permet de déterminer :

a) Directement, la quantité de O_2 absorbée, après corrections dues aux variations de pression pendant l'expérience;

b) Indirectement, la quantité de CO_2 émise pendant le même temps.

2. La méthode de Barcroft (1, 1908), qui permet, par utilisation d'un manomètre différentiel, de supprimer tous les calculs de correction des pressions.

3. La méthode de Dickens et Simer (2, 1931) qui permet, par l'utilisation de trois manomètres de Warburg avec chambres spéciales, de mesurer directement le CO_2 émis et l'O_2 absorbé, après correction des pressions.

4. La méthode de Dixon et Keilin (3, 1933), qui, en ajoutant à la précédente méthode le principe de compensation manométrique, permet de calculer directement, sans calculs de corrections des pressions, le CO_2 émis et l'O_2 absorbé.

Nous avons fait l'essai de cette dernière et récente méthode. Le principe en est excellent et présente des avantages :

1° Simplification considérable des calculs à effectuer;

2° Mesure directe des variations de CO_2 et d'O_2 dans la chambre de respiration;

3° Mesure de la glycolyse en solution bicarbonatée. Il permet de faire avec un seul manomètre différentiel l'opération totale de la mesure des échanges gazeux, tandis que la méthode de Barcroft en exige deux et la méthode de Dickens et Simer trois. Il présente un inconvénient : la marche des phénomènes respiratoires pendant le cours de l'expérience ne peut pas être suivie, tandis que la méthode indirecte de Warburg le permet.

Pour les détails complets de la technique de Dixon et Keilin, nous renvoyons à la monographie de Dixon (4, 1934).

Nous donnerons ici les caractéristiques de la méthode et les difficultés rencontrées dans la mise au point de la technique pour nos expériences de métabolisme.

Aux deux extrémités d'un manomètre différentiel sont adaptées deux chambres à respirer. Dans chaque chambre, on place la même quantité de tissu ou de cellules; on établit l'équilibre de pression avec l'atmosphère utilisée, puis on ferme le système. On tue alors les tissus ou les cellules de la chambre de gauche par du HCl, 3N que l'on fait couler d'une ampoule attenante à la chambre. On laisse respirer les tissus de l'autre chambre pendant un temps donné (à température constante et agitation continue). Puis on tue les tissus de cette chambre par la même quantité de HCl que celle utilisée pour la chambre de gauche. La différence de pression h_1 dans les tubes manométriques indique le résultat total de la respiration : CO_2 dégagé-O_2 absorbé.

On absorbe ensuite le CO_2 dans chaque chambre au moyen de KOH à 40 % et la différence de pression enregistrée, h_2 donne la quantité d'O_2 absorbée pendant la respiration.

La figure 1, prise de l'ouvrage de Dixon, donne le schéma de la chambre de respiration.

HCl est contenu dans une ampoule que l'on retourne de façon à faire couler l'acide dans la chambre de gauche au début de l'expérience, et dans la chambre de droite à la fin de l'expérience.

On lit à ce moment h_1.

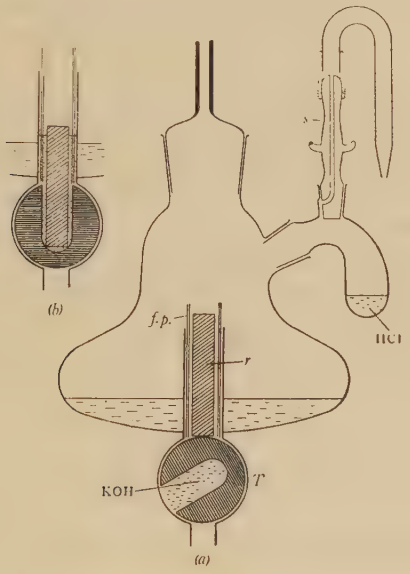


FIG. 1. — Schéma de la chambre de respiration (d'après Dixon, 4-1934).

T est un robinet dont l'âme est creusée d'une cuvette que l'on remplit de potasse à 40 % avant de commencer l'expérience. Pendant la période de respiration, cette cuvette n'est pas en contact avec la chambre. Le temps de respiration écoulé, on tourne les robinets de façon à mettre les cuvettes en contact avec les chambres. Une baguette de verre r, maintenue dans un tube soudé à la chambre, tombe à ce moment dans la cuvette à potasse, celle-ci grimpe le long de la baguette et imprègne un rouleau de papier filtre (f-p) qui entourait la baguette r. (b) donne la position de la baguette tombée dans la potasse.

Après absorption totale de CO_2, on lit h_2.

La quantité de CO_2 dégagée est donnée par l'équation

$$x CO_2 = (h_1 - h_2) K_{CO_2}.$$

La quantité d'oxygène absorbée est donnée par

$$x\,O_2 = h_2\,K_{O_2}.$$

h_1 et h_2 sont positif ou négatif suivant que l'on a une surpression (+) ou une dépression (—) dans la chambre de droite. h_2 négatif indique une absorption d'O_2 dans la chambre de droite.

Voici la formule simplifiée pour le calcul de la constante K de l'appareil :

$$K = \left(\cos.\,\theta + \frac{AP_0}{2V_{G'}}\right)\left(\frac{V_G\,\frac{273}{T} - V_F\,\alpha}{P_0} + \frac{A}{2}\,\frac{273}{T}\right),$$

où cos θ = le cos de l'angle d'inclinaison du tube manométrique avec la verticale;

A = la section du tube manométrique en mm²;

$V_{G'}$ = le volume du gaz de la chambre manométrique de gauche en mm³;

V_G = idem pour la chambre de droite;

$P_0 = 760 \times \frac{13{,}60}{D}$;

D = densité du liquide manométrique;

V_F = le volume du liquide de la chambre manométrique en mm³;

α = la solubilité des gaz (CO_2 et O_2) dans les liquides.

*
* *

Après un mois d'essais, en observant scrupuleusement les indications données par Dixon, nous n'avons obtenu aucune série de résultats constants; les chiffres obtenus pour des respirations de levure étaient extrêmement variables et oscillaient entre les deux extrêmes figurés au tableau I.

Tableau I.

N° des manomètres	106	107
X_{O_2}	127	252
X_{CO_2}	163	316
Q. R.	1,28	1,26

L'intensité respiratoire des levures du manomètre 107 est environ le double de celle des levures (en même quantité) du manomètre 106; mais cela peut être dû aussi au fait que les levures du manomètre 107 ont respiré pendant plus longtemps que celles du manomètre 106.

Nous avons repris l'examen critique de chaque manipulation et nous avons alors constaté que souvent l'HCl, lorsqu'on tourne l'ampoule pour le faire tomber dans la chambre manométrique, n'y coule pas immédiatement, mais reste retenu dans l'étranglement du col de l'ampoule. Or, page 107 de son ouvrage, Dixon dit : « and the acid in the left hand flask is run into the medium by turning the side bulb without *removing the apparatus from the bath* » (souligné par nous). Dans ces conditions, avec les appareils qui nous furent livrés (1), on ne peut avoir aucune certitude que l'acide a réellement atteint les tissus et une bonne part de nos premiers échecs est due à ce défaut.

Nous avons alors retiré chaque fois les chambres du thermostat pour y verser l'acide et quand celui-ci restait dans le col de l'ampoule, nous le faisions tomber par de petits chocs.

Nous avons ainsi obtenu des résultats beaucoup plus constants dont nous donnons deux exemples au tableau II.

TABLEAU II.

N° des manomètres		106	107	106	107
Quantité de levure mise en expérience	P. F. en mgr.	7,16	7,16	7,37	7,37
	P. S. en mgr.	2,05	2,05	2,10	2,10
X_{O_2}		137	152	149	141
X_{CO_2}		211	241	210	199
Q. R.		1,54	1,58	1,41	1,40
O_2 par mgr. sec./H		66.7	73,9	70,8	67,3
CO_2 par mgr. sec./H		102,89	117,6	100,1	94,79
Erreur O_2		10,8 %	—	5,2 %	
CO_2		14 %	—	5,6 %	

(1) Les manomètres ont été fournis par la maison W. G. Flaig and Sons, 57, Hatton Garden, London, E. C. 1.

Ces résultats ne sont pas encore satisfaisants, car, avec les émulsions de levure utilisées, extrêmement homogènes, les erreurs ne peuvent atteindre 10 %.

Nous avons alors corrigé un autre défaut grave de l'appareil : la cuvette des robinets à potasse T présente un épatement à sa partie supérieure (voir fig. 2A), au lieu d'être parfaitement plane (fig. 2B).

FIG. 2.

Lorsqu'on remplit la cuvette de potasse, une bulle d'air reste emprisonnée dans l'épatement. En manœuvrant le robinet pour l'éliminer ainsi que l'indique Dixon, il arrive souvent que de la potasse s'infiltre entre les parois de verre et vient en contact avec le papier-filtre, ce qui amène des erreurs considérables.

Nous avons alors jugé préférable de graisser copieusement le robinet; puis, une fois la potasse mise dans la cuvette, de ne pas tourner plusieurs fois ce robinet au risque de laisser une bulle de gaz occluse dans la graisse qui remplit en partie l'épatement.

TABLEAU III.

N° des manomètres		106	107	106	107
Quantité de levure mise en expérience	P. F. en mgr.	6,5	6,5	6,95	6,95
	P. S. en mgr.	1,88	1,88	2,0	2,0
X_{O_2}		111	120	151	157
X_{CO_2}		151	152	212	210
Q. R.		1,34	1,26	1,40	1,33
O_2 par mgr. sec./H.		60,0	63,8	73,4	76,8
CO_2 par mgr. sec./H.		80,3	80,8	103,4	103,1
Erreur O_2		6,4 %		4,4 %	
CO_2		0,6 %		0,3 %	

Dans ce cas, cette bulle n'amène pas une cause d'erreur importante.

Nous avons alors obtenu des résultats suffisamment constants pour pouvoir se fier à l'appareil (voir tableau III).

Voici d'autres chiffres obtenus dans des expériences de respiration de coupes longitudinales ou transversales de racines de *Cichorium Intybus* L. (chicorée de Bruxelles), compte tenu des deux observations précédentes (tableau IV).

TABLEAU IV.

N° des manomètres	Coupes longitudinales		Coupes transversales	
	106	107	106	107
Quantité de tissus mise en expérience. . . . P. S. en mgr. . .	79,43	75,88	84,66	98,32
Quantité de tissus mise en expérience. . . . P. F. en mgr. . .	17,54	24,56	3,72	4,91
X_{O_2}	180	238	120	145
X_{CO_2}	192	252	117	149
Q. R.	1,06	1,07	0,98	1,02
O_2 par mgr. sec./H . . .	10,3	9,8	32,2	29,6
CO_2 par mgr. sec./H. . .	10,9	10,5	31,5	30,2
Erreur O_2	5 %	—	2,5 %	—
CO_2, ...	4 %	—	2 %	—

EN RÉSUMÉ

La méthode de Dixon et Keilin a les avantages :

1° De la méthode différentielle (pas de correction de pression);

2° De mesurer avec le même manomètre à la fois CO_2 et O_2;

3° D'une manipulation simple.

Elle a les désavantages :

1° De ne pas permettre de suivre l'évolution de la respiration au cours de l'expérience;

2° De nécessiter une perfection dans la construction de l'appareillage qui n'est pas réalisée dans les manomètres qui nous ont été fournis.

Nous pensons qu'avec les détails de technique que nous venons d'ajouter (manipulation du robinet à potasse et de l'am-

poule latérale), la méthode se recommande par sa simplicité dans les recherches où l'on ne désire connaître que le résultat final de la respiration pendant un temps donné.

Nous insistons tout particulièrement auprès de ceux qui voudraient employer la méthode pour qu'ils obtiennent des robinets exempts du défaut que nous avons signalé.

Institut de Botanique de l'Université de Liége,
Laboratoire de Physiologie végétale.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Barcroft, *Jl. of Physiology*, 37, 12, 1908.

(2) Dickens et Simer, *Biochem, Jl.*, 25, 973, 1931.

(3) Dixon et Keilin, *Biochem. Jl.*, 27, 86, 1933.

(4) Dixon, *Manometric methods.* Cambridge, Univ. Press, 1934.

(5) Warburg, *Ueber den Stoffwechsel der Tumoren.* Springer, Berlin, 1926.

A. MONOYER

Directeur du Laboratoire de Morphologie Végétale et de Systématique
de l'Université de Liége

A propos de *Heleocharis multicaulis (Sm.) Sm.* et de sa variété vivipare.

Rappelons d'abord, pour mémoire, que *Heleocharis multicaulis Sm.* ressemble, en plus grêle, à *H. palustris L.* que nous avons décrit précédemment (1); il s'en distingue cependant nettement, en dehors des caractères floraux (2 stigmates chez *H. palustris*, 3 stigmates chez *H. multicaulis)* par son mode de végétation.

H. multicaulis a un rhizôme constitué de segments extrêmement courts, ce qui provoque la formation des touffes très serrées, cespiteuses ; *H. palustris*, au contraire, possède un rhizôme à stolons dont les segments, allongés, rendent la touffe plus lâche.

Chez ces deux espèces, l'atrophie de l'appareil foliaire réduit à deux courtes gaines sans limbes, est compensée par le développement de la hampe constituée d'un entre-nœud extrêmement allongé (2).

LEJEUNE et COURTOIS ont admis l'existence d'une variété « viviparus » caractérisée par le développement d'une plantule au sommet de certaines hampes.

Cette plantule est elle-même constituée d'une touffe de hampes terminées par des inflorescences minuscules et stériles.

C'est en somme une sorte de bouture qui porte des rudiments de racines.

Les hampes mères vivipares, finissent par se courber et amènent ainsi les boutures au contact de l'eau où les racines rudimentaires prennent alors un grand développement.

Les années suivantes la jeune plante, séparée par nécrose de la hampe mère, se développe comme une plante normale.

---

(1) A. F. A. S., Alger 1930, pp. 228-232.

(2) Voir à propos de l'hypertrophie fonctionnelle des hampes : A. MONOYER : contribution à l'anatomie et à l'Ethologie de Monocotylées aquatiques, Acad. Roy. (Cl. Sc.) Belg. Mémoires in-8°, t. X, 1928 ; A. MONOYER : Anatomie comparée du *Scirpus Sylvaticus L* et du *S. Lacustris L* ; Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., t. LXI, fasc. 2, 1929 ; A. MONOYER : contribution à l'Anatomie du genre Scirpus : Mémoire Soc. Roy. Sc. Liége, 3e série, t. XVIII, 1933.

En comparant des individus de diverses provenances (3), appartenant tant à l'espèce type qu'à la variété, nous avons constaté que les individus portant des hampes vivipares sont beaucoup plus grands et plus épais que les autres : du simple au double ou même au triple.

Chose curieuse, même s'il n'y a qu'une hampe vivipare, toutes les autres hampes du même individu sont aussi de taille deux ou trois fois plus considérable que celle de l'espèce type.

Des renseignements que nous avons pu recueillir, il résulte que les individus de grande taille se trouvent localisés là où l'eau est profonde et les individus grêles et petits, près des rives, à faible profondeur.

Rappelons que nous avons signalé la même chose chez *H. palustris* à l'état naturel et que nous avons confirmé expérimentalement cette observation, à savoir que l'augmentation du niveau d'eau produit l'hypertrophie de la hampe (4).

Nous avons observé anatomiquement quatre sortes de hampes : hampe florifère des individus de l'espèce type, hampe florifère de la variété vivipare, hampe vivipare de la variété vivipare, hampe stérile de la plantule née par viviparité.

1. *Hampe florifère de l'espèce type*

Une coupe transversale montre que les faisceaux à peine au nombre d'une dizaine sont disposés comme chez *H. palustris*, sur un seul cercle périphérique.

Il existe, sous l'épiderme, deux assises de parenchyme chlorophyllien prenant parfois (5) la disposition pallissadique.

A la périphérie également sont localisés de très nombreux et grêles cordons de sclérenchyme.

Il n'y a pas de *faisceaux acrolysés* (6).

---

(3) Nous avons étudié les H. multicaulis des herbiers suivants : Flora Monasteriensis : Wirtgen 1860 ; A. Thielens 1862 ; H. Donchier 1864 ; Cogniaux et Marchal 1869 ; E. Marchal 1870 ; Dutranvoit 1889 ; J. Goffart (sous étiquette N. Abraham), 1927.

En outre Monsieur le Professeur J. Goffart nous a donné des exemplaires vivants recueillis par lui à Sutendael et Monsieur le Professeur A. Maréchal nous a fourni des notes biologiques sur l'espèce en question ; nous leur adressons tous nos remerciements.

(4) A. F. A. S., Congrès d'Alger 1930, pp. 228-232.

(5) Voir à ce propos nos observations sur *S. holoschoenus L.* dans Contribution à l'Anatomie du genre Scirpus, Mémoire Soc. Roy. Sc. de Liége, 3e série, t. XVIII 1933, p. 77.

(6) Sur les faisceaux acrolysés, voir A. MONOYER, Contribution à l'Anatomie du genre Scirpus, Mémoire Soc. Roy. de Liége, 3e série, t. XVIII 1933, p. 34 et A. GRAVIS, Sur les Cactacées et les Lemnacées, Mémoire Acad. Roy. de Belgique (cl. sc.), in-8°, 2e série, t. XIV 1935, p. 15 et suivantes.

2. *Hampes florifères et hampes vivipares de la variété « viviparus »*

Ces hampes montrent la même constitution que la hampe de l'espèce type, mais le nombre des faisceaux (une dizaine et plus) est en général un peu plus élevé.

Les faisceaux en surnombre ne sont cependant pas acrolysés.

3. *Hampes de la plantule encore portée par la plante mère-vivipare*

Sortes d'aiguilles dont les dimensions sont comparables à celles de *Heleocharis acicularis*, elles contiennent à peine une demi-douzaine de faisceaux.

Comme ces hampes sont toujours stériles, on peut imaginer que l'on se trouve ici en présence du même phénomène que celui observé par A. GRAVIS chez *Tradescantia fluminensis* (7). Cet auteur a démontré expérimentalement que le *Tradescantia fluminensis* ne peut fleurir que lorsque ses segments contiennent au moins 29 faisceaux ; en dessous de ce nombre *Tradescantia fluminensis* reste indéfiniment stérile. De même *Heleocharis multicaulis* exige plus de six faisceaux pour que ses inflorescences soient fertiles.

CONCLUSIONS

Anatomiquement, il n'y a pas de caractères spéciaux qui permettent de distinguer l'espèce type, *Heleocharis multicaulis (Sm.) Sm.* de la variété *viviparus Lej. et Court.*

D'autre part les conditions biologiques différentes dans lesquelles ont trouve les deux formes nous inclinent à penser qu'il s'agit ici d'une question d'accomodat et que la variété *viviparus Lej. et Court.* n'est pas légitime.

(7) A. GRAVIS : Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica : Acad. Roy. Belg. (cl. sc.), Mémoire cour., t. LVII 1898, pp. 95-96 et note.

CONTRIBUTION A LA MORPHOLOGIE DU COMPLEXE VÉGÉTAL DÉSIGNÉ SOUS LE NOM DE *GOMME DE SUCRERIES*

PAR **M. A. MONOYER,**

Chargé de cours à l'Université de Liége.

L'organisme appelé en Allemagne « Froschlaich », et en France « gomme de sucreries » semble avoir été étudié pour la première fois, en 1878, par Cienkowski (1); celui-ci y décela un *Coccus* qu'il rapprocha d'un organisme signalé précédemment par Billroth (2) et le nomma *Ascococcus mesenteroïdes*.

Van Tieghem (3), dans sa monographie du *Leuconostoc mesenteroïdes* explique tout au long qu'il a étudié ce coccus d'après une culture apparue accidentellement dans son laboratoire sur des macérations de fragments de dattes et de carottes et que ce n'est qu'après « les résultats principaux une fois obtenus et seulement alors » qu'il s'est « procuré des gommes de sucreries provenant de diverses usines » (p. 189), gommes dans lesquelles il a trouvé un coccus qu'il a identifié plus tard à son *Leuconostoc mesenteroïdes*.

Plus loin (p. 191), il revient à nouveau sur ce point en disant : « A l'inverse de tous les auteurs qui ont traité cette question, *je ne me suis pas proposé, je le répète, d'étudier directement les gommes de sucrerie*. J'ai été conduit aux gommes de sucrerie par l'étude morphologique et physiologique d'un organisme né accidentellement dans mes macérations de laboratoire, et qui, comparé plus tard à la gomme de sucrerie, s'est trouvé identique (?) avec elle ».

Si nous insistons tant sur les limites très précises que Van Tieghem a imposées à sa recherche, c'est pour éviter qu'on puisse faire à cet auteur le reproche de ne pas avoir compris la structure totale de la « gomme des sucreries » puisque tel n'était pas son but.

Notons cependant que Van Tieghem a constaté que la gomme de sucrerie « est salie par un dépôt superficiel, où l'on rencontre *diverses sortes de corpuscules organisés*, de la levure de bière par exemple », p. 194 et en note au bas de la même page :

(1) *Ueber die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes Kharkow*, 1878.

(2) Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica* Berlin 1874.

(3) *Ann. Sc. Nat.* (Bot.) 6e série, t. 7, p. 180-203.

« A plusieurs reprises, j'ai trouvé ce dépôt superficiel formé en majeure partie de levure basse ».

Pendant que la plante était conservée dans une atmosphère humide, la plupart des cellules de cette levure ont développé dans leur cavité quatre sporules, etc. »

Mais ce « dépôt » superficiel, Van Tieghem prend soin de le détruire *avant* d'observer et d'expérimenter sur la gomme des sucreries (p. 194).

Pasteur, lui aussi, (si on en juge par la note insérée à la fin d'une communication de Durin (1) sur la gomme des sucreries et sur la fermentation visqueuse qu'elle produirait dans le jus sucré) semble avoir rencontré dans les fermentations visqueuses des sucres, deux organismes différents : l'un en très petits grains réunis en *chapelets* (Leuconostoc), l'autre *presque* de la *grosseur de la levure de bière* (*Saccharomyces* ?). Van Tieghem ne manque pas du reste de relever, un peu cavalièrement, cette observation de Pasteur *(loc. cit.*, p. 188).

Texeira Mendès (2), dit que « Toutes les matières gommeuses et insolubles qui se séparent dans les divers produits des usines où l'on travaille le sucre, sont exclusivement *formées par des agrégations de ferments d'espèces variées* ».

Borscow (3) explique les résultats, contraires aux siens, obtenus par Scheibler en disant que les corps gommeux étudiés, avaient des bactéries à leur surface.

Enfin Cienkowski (1) signale avoir trouvé comme éléments générateurs de la gomme des *Torula* et des Bacilles.

Ainsi donc, en épluchant toute cette vieille littérature on constate que les différents auteurs avaient rencontré, d'une manière constante, dans les gommes des sucreries ou Froschlaich, au moins trois organismes : une levure, un bacille et des *cocci* : Ce sont ces derniers seuls auxquels Van Tieghem donna le nom de Leuconostoc mesenteroïdes.

Liesenberg et Zopf (4) eux aussi désignent sous le nom de *Leuconostoc mesenteroïdes*, la gomme débarrassée « des bactéries et des levures qui l'entourent ».

On peut donc expliquer les résultats variables et même contradictoires, auxquels les auteurs, particulièrement les chimistes ou physiologistes sont arrivés, par la variation du matériel étudié.

Certes, quelques auteurs, tels Hucher et Pederson (5) ont expérimenté sur des cultures réellement pures de *Leuconostoc*, mais combien d'autres ont expérimenté sur les gommes telles qu'elles venaient des sucreries ou après un lavage qui ne peut prétendre avoir éliminé toutes les levures et tous les bacilles.

Dès lors, suivant que le mode de culture utilisé par chaque auteur pendant l'expérience, avantageait, à l'insu de l'expérimentateur l'un ou l'autre des organismes

(1) C. R. Acad. 1767-1876.
(2) *Journal des Fabricants de sucre*, 22 avril 1875.
(3) *Botanischer Jahresbericht*, 1876, p. 788.
(4) *Beitrage zur Physiologie und Morphologie Niederer Organismen*. Heft 1, Leipzig.
(5) N. J. St. Agric. Exp. St. Tech.Bull. 167, 1930.

de la gomme (dont certains sont aérobies et d'autres anaérobies), les résultats obtenus montraient des variations étranges.

B. Kagan (1), dans un excellent mémoire sur cette question publié en 1934, a relevé dans l'historique un certain nombre de ces contradictions étonnantes auxquelles les chercheurs aboutissaient.

D'autre part les auteurs qui se sont attachés à la recherche de la culture pure et à l'expérimentation sur cette seule culture pure de *Leuconostoc mesenteroïdes* n'ont guère fait avancer le problème, pourtant capital pour l'industrie, de la biologie de la gomme *toute entière*, c'est-à-dire, telle qu'elle vit dans les sucreries. Aussi nous avons été heureux d'apprendre, il y a seulement quelques mois, qu'un chercheur italien, Sachetti (2), avait relevé un certain nombre d'indices physiologiques permettant, (ainsi que le dit l'auteur lui-même) de supposer que différents organismes tels *Saccharomyces cartilaginosus* Lindner, *Bacillus vulgatus* (Flügge), *Leuconostoc mesenteroïdes* (Cienkowki) Van Tieghem, Migula, isolables d'une manière constante de la gomme des sucreries, y vivaient en symbiose.

Ces indices physiologiques de symbiose sont principalement : hydrolyse du saccharose dont les produits de dédoublement à l'état naissant sont transformés en dextrane et lévulane, respectivement par le *Leuconostoc* et le Bacille ; consommation, par le bacille des polysaccharides formés par l'association ; action protectrice du *Saccharomyces* et du Bacille, tous deux aérobies, en faveur du *Leuconostoc* inclus dans la masse et anaérobie ; action tampon du bacille sur le milieu où le *Leuconostoc* produit des doses croissantes d'acide lactique ; thermorésistance accrue de 75° à 100° par l'association *Levure-Leuconostoc* ; résistance en vie ralentie de la culture mixte décuplée par rapport à la culture pure de *Leuconostoc* ; production de polysaccharides augmentée en culture mixte etc.

L'étude que nous avons faite de la gomme des sucreries nous a permis d'établir, microphotographiquement, les rapports morphologiques qui existent entre ces différents organismes constitutifs, qui ne sont pas, ainsi qu'on le verra, distribués au hasard dans la masse gommeuse, mais y occupent des régions bien délimitées.

Mais, pour apporter une preuve biologique de la symbiose des différents organismes constitutifs de la gomme, il aurait fallu, entre autres choses, réussir à faire prospérer en laboratoire et en milieux artificiels la gomme des sucreries, c'est-à-dire la mettre dans des conditions où elle procède, à partir du saccharose, à la synthèse de masses énormes de dextranes.

Certes, on était parvenu à cultiver à l'état isolé l'un ou l'autre des composants du symbiote, mais jusqu'ici, comme le déclare Sachetti, on avait tenté inutilement de reproduire les conditions dans lesquelles l'organisme se développe indéfiniment sous forme de masses gommeuses ; ce qui est pis, ainsi que le rappelle Sacchetti, la faculté gommigène de l'organisme dégénérait rapidement en laboratoire.

(1) J. Micr. Acad. Sc. Uk. n°3, 4. p. 75-100, 1934.

(2) Ind. Sac. It. n° 11 novembre 1936.

Nous étant attaché à ce problème, nous avons réussi, ainsi que nous l'avons exposé dans une note parue à la Société de Biologie,[1] à produire en laboratoire et dans les milieux artificiels, des quantités énormes de gommes de sucreries et cela à partir de très petits morceaux de l'organisme en question.

Dans ces conditions, les cultures de gommes de sucreries montrant depuis deux ans une grande stabilité dans leurs constituants biologiques, en même temps qu'une grande vitalité, nous pensons qu'il s'agit bien d'un complexe symbiotique, analogue à celui du képhyr, chez lequel Ferry (2) a démontré, sans discussion possible, qu'on a affaire à une symbiose de plusieurs organismes. C'est pourquoi nous proposons d'inaugurer pour la gomme des sucreries une nomenclature binominale analogue à celle qui fut conservée pour les lichens même après la découverte de leur qualité d'êtres multiples.

En effet, la création de cette nomenclature s'est révélée nécessaire, l'organisme symbiotique que nous étudions n'ayant pas de nom scientifique alors que chacun de ses constituants semble aujourd'hui bien dénommé; ce fait entraîne les personnes peu au courant des dernières recherches sur la question à faire des confusions regrettables.

Cette nomenclature sera d'autant plus utile que le « genre » *Gummis*, que nous proposons de créer pour lui, est destiné à grouper un certain nombre « d'espèces » symbiotes, analogues à celles que nous décrivons aujourd'hui sous le nom de *Gummis saccharorum* ; notamment le « képhyr » dont la nature symbiotique a été démontrée ainsi que nous l'avons dit plus haut par R. Ferry (2), le tibi étudié par Lutz (3) et le leben étudié par Khoury et Rist (4).

Description de l'organisme

1. Aspect extérieur de *Gummis saccharorum*

B. Kagan (loc. cit.) pense que la gomme des sucreries peut suivant les conditions du milieu, conditions que l'auteur russe s'efforce actuellement de rechercher, se présenter sous une forme liquide appelée S, sous une forme visqueuse, forme O, ou enfin sous une forme solide, gommeuse, forme R.

Sans préjuger de l'identité spécifique des trois formes, nous nous bornerons à décrire l'organisme correspondant à la forme R ; c'est en effet seulement sous cette forme solide que se manifeste l'arrangement « lichénoïde » de trois organismes différents, qui, si l'opinion de Kagan se vérifie, seraient indépendants à d'autres stades de leur vie.

Lorsqu'ils sont associés, ces trois organismes, dont l'un est donc le Leuconostoc

(1) T. CXXIV, p. 1008, 27 février 1937.
(2) *Revue mycologique Roumeguère*, 15, p. 161, 1893.
(3) *Revue mycologique de Roumeguère*, p. 96, 1906.
(4) *Ann. Inst. Pasteur*, p. 65, 1902.

FIG. 2, $\frac{600}{1}$

Croute externe de levures :
Torulopsis Cambresieri (n. sp.)

Zooglée bactérienne vers la périphérie.
Bacillus vulgatus Flügge.

FIG. 3, $\frac{2000}{1}$

Zooglée bactérienne de la partie centrale. Chaînettes de *Leuconostoc mésentéroïdes* (Cienkowski) Van Tieghem.

FIG. 1
Gummis saccharorum.

GUMMIS SACCHARORUM (coupes).

mesenteroïdes de Van Tieghem, se présentent agglomérés sous l'aspect d'une masse cérébriforme (fig. 1), blanchâtre, opalescente, gommeuse et élastique, non visqueuse.

Cette masse peut atteindre dans les bacs préchauleurs des sucreries, la taille d'un homme.

En culture artificielle, en laboratoire, nous n'avons jamais obtenu de masses *indivises* aussi grosses ; celles-ci exigent pour se former le lavage de ce véritable torrent sucré qui pendant deux mois par an déferle des râperies aux sucreries, conditions qu'on ne peut, évidemment, répéter qu'en très petit, en laboratoire.

Dans nos milieux artificiels les masses de *Gummis saccharorum* ne dépassent guère le volume d'un œuf de poule, après quoi elles se rompent d'elles-mêmes : cette rupture se fait à la faveur du gonflement de bulles de CO^2 qui se produisent à l'intérieur de nombreuses cryptes.

2. Anatomie de *Gummis saccharorum*.

Gummis saccharorum contenant un pourcentage d'eau très élevé, les procédés ordinaires d'inclusion qui nécessitent une déshydratation préalable ne peuvent être utilisés sous peine de modifier ou de détruire la structure de l'organisme.

Il faut donc procéder par congélation ; on peut ainsi réussir assez facilement des coupes de 15 μ qui sont photographiables.

Une pareille coupe vue à un grandissement de 600 montre « en contact » (à la périphérie) une croûte de grosses cellules ovoïdes de 5 μ de diamètre qui sont des levures (1) (fig. 2 en haut) et la partie centrale constituée par une zooglée bactérienne dans laquelle on distingue de grands bacilles des 5 μ de long (*Bacillus vulgatus* (Flugge) Migula (fig. 2 en bas).

Enfin, à un plus fort grandissement, 2000, on décèle dans cette partie centrale, des chapelets de Cocci très petits ; ces chapelets forment des mailles :

Ce sont ces *cocci* seuls qui méritent le nom de *Leuconostoc mesenteroïdes* Van Tieghem.

Nous reproduisons (fig. 3) une microphotographie du *Leuconostoc mesenteroïdes* (forme R) qui est la première qui ait été publiée montrant les mailles formées par les chapelets de cocci : toutes les autres photos publiées par divers auteurs sont, ou à un trop faible grossissement pour qu'on y puisse déceler ces chapelets (voir photos du mémoire de Sachetti au grandissement de 500), ou si mauvaises, qu'il est impossible d'y distinguer quelque chose : Ainsi dans le mémoire, par ailleurs si remar-

(1) Sachetti a identifié ces levures comme étant le Saccharomyces cartilaginosus Lindner, nom que nous avions adopté dans une publication antérieure (Soc. belg. Biol. CXXIV, février 1937, p. 1008). Cependant depuis, le laboratoire de Microbiologie de Delft auquel nous avons soumis des cultures de levures que nous avons isolées d'une façon constante à partir de gommes de sucreries provenant de Wanze, estime qu'il s'agit d'un Torulopsis qu'on peut considérer comme espèce nouvelle. Nous proposons de la désigner par le nom de Torulopsis Cambresieri (n. sp.) du nom de l'ingénieur sucrier qui a attiré notre attention sur le problème que nous traitons.

quable, de M. L. Nepomniaschchaia, la méthode utilisée dans la préparation microscopique a sans doute, tellement altéré (1) le matériel de la forme R, et la photo est si techniquement mauvaise, du moins dans sa reproduction, qu'il est impossible de voir quoi que ce soit dans la fig. 14 qui représente la forme en question : notamment on ne peut distinguer avec certitude les granulations appartenant à l'organisme, des granulations dues à des souillures de la gomme ou aux grains du papier ; enfin le grandissement utilisé n'est pas indiqué, ce qui enlève toute possibilité de détermination.

Outre ces trois sortes d'organismes : levure, bacille et *cocci*, on trouve encore pas mal d'autres micro-organismes, (notamment des *Mucor*, *Micrococus aceti*, etc.) mais comme leur position dans la gomme n'est pas définie et comme, d'autre part, on ne les trouve pas d'une manière constante, ils peuvent, semble-t-il, être considérés comme des infections accidentelles.

Au contraire les trois organismes que nous avons signalés plus haut se trouvent former d'une manière constante le complexe végétal que nous venons d'étudier sous le nom de *Gummis saccharorum*, complexe dans lequel chacun des trois constituants occupe une position invariable.

Nous proposons donc d'établir la diagnose du complexe végétal désigné vulgairement sous le nom de gomme de sucreries, comme suit :

Gummis saccharorum.

Thallus est compactus, cerebriformis, lactaneus, cartilaginosus haud viscatus, non maior quam lini semen, crassusve vice cucurbitae ; coagmentatus tribus speciebus conglutinosis : situs in media parte *Leuconostoc mesenteroides* (Cienkowski) Van Tieghem, circa *Bacillus vulgatus* (Flügge) Migula, extrinsecus denique crustulam simulans *Torulopsis Cambresieri* (2) n. sp. In betae saccharique humore.

---

(1) Les pentagones ou hexagones qui se remarquent sur la photo du mémoire de cet auteur indiquent que la préparation est partiellement desséchée, ces polygones se forment en effet par le « retrait » de la dextrane constitutive de la zooglée.

(2) Nous adressons nos plus vifs remerciements à Monsieur le Prof. A. J. Kluyver de Delft qui a bien voulu établir pour cet organisme la diagnose suivante : Torulopsis Cambresieri, en moût de bière, après 24 h. cellules rondes ou légèrement ovales (4,4-5,8) × (3,4-4,4) μ ; prolifération par bourgeonnement ; essais de sporulation négatifs. Sur moût gélosé (après plusieurs semaines) culture lisse, ne présentant pas de caractères remarquables ; fait fermenter les glucose, lévulose, mannose et saccharose ; sans action sur les galactose, maltose et lactose ; aliments : peptone, asparagine, urée et sulfate d'ammoniaque, en présence de sucres. Nitrates non assimilés. Faible développement aux dépens de l'alcool éthylique comme seule source de carbone.

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége.*
Séance du 21 octobre 1937, nos 8-9-10.

Influence des conditions d'anaérobiose dans la néoformation des bourgeons chez *Begonia Rex* Putz.,

par P. PREVOT,
Assistant à l'Institut de Botanique de l'Université de Liége.

Dans nos expériences antérieures (1, 2, 3) nous avons abordé l'étude des phénomènes physiologiques internes qui accompagnent ou contrôlent la néoformation des bourgeons sur les fragments de feuille de *Begonia Rex* Putz. Nous avions constaté qu'en recouvrant l'extrémité distale (1) de morceaux de feuille d'une couche de paraffine, nous provoquions la néoformation de bourgeons à cet endroit, alors que, dans les conditions normales, les bourgeons apparaissent exclusivement à l'extrémité proximale. Nous avions présumé de cette expérience « que les conditions qui favorisent la respiration anaérobique des tissus favorisent également la néoformation des bourgeons » (4).

Dans la note présente, nous mettons nettement en évidence le fait que des conditions d'anaérobiose peuvent amener la néoformation de bourgeons à un endroit où il ne s'en forme pas dans les conditions normales de respiration.

Nous utilisons un appareil constitué par deux chambres étanches, séparées par un bouchon à travers lequel un morceau de feuille est scellé dans du plâtre de Paris. L'extrémité proximale du morceau de feuille se trouve dans la chambre supérieure à travers laquelle passe un courant d'air humidifié. L'extrémité distale plonge dans la chambre inférieure, à travers

(1) L'extrémité distale d'un morceau de feuille est celle qui est la plus éloignée de la tige. L'autre est l'extrémité proximale.

laquelle passe un courant d'azote humidifié, purifié des traces d'oxygène qu'il contient par barbottage dans du pyrogallol.

Nous avons réalisé deux séries d'expériences. Dans la première, nous avons fait passer un courant continu d'azote pendant les 21 jours qu'a duré l'expérience. Dans la seconde, un courant continu d'azote a traversé la chambre inférieure pendant 41 heures. Nous avons ensuite fait passer alternativement de l'air pendant le jour et de l'azote pendant la nuit. De cette façon, nous rendions possible la photo-synthèse à l'extrémité distale des morceaux de feuilles. Parallèlement, 10 morceaux de feuilles témoins ont été placés en couche, sur cendrée.

Le taleau I et la figure 1 donnent les résultats.

TABLEAU I.

Numéro d'ordre du morceau de feuille.	1re expérience. Courant d'azote continu.		2e expérience. Courant d'azote continu pendant 41 h., puis alternativement air pendant le jour, azote pendant la nuit.		Témoins en couche sur cendrées.	
	Proximal dans l'air	Distal dans l'azote	Proximal dans l'air	Distal dans l'azote	Proximal dans l'air	Distal dans l'air
1	—	—	—	b Or	b r	Ob
2	b r	d Or	—	b Or	b r	Ob
3	b r	e Or	b r	b Or	b r	Ob
4	b r	d Or	b r	b Or	b r	Ob
5	b r	e Or	—	b Or	b r	Ob
6	b r	Ob Or	b r	b Or	b r	Ob
7	b r	e Or	b r	b Or	b r	Ob
8	b r	Ob Or	b r	b Or	b r	Ob
9	—	—	—	b Or	b r	Ob
10	—	—	b r	b Or	b r	Ob

LÉGENDE :

—=extrémité nécrosée.
ob=pas de bourgeon.
d=divisions dans les cellules épidermiques, préliminaires à la formation d'un méristème de bourgeon.
e=ébauche méristématique d'un bourgeon.
b=bourgeon parfaitement constitué.
r=racine.
Or=pas de racine.

A. — A gauche, un morceau de feuille de l'expérience n° 2 : bourgeons au proximal (vers le bas) et au distal (vers le haut). A droite, un morceau de feuille témoin : bourgeons seulement au proximal (vers le bas).

B. — Distal de A (gauche) agrandis pour montrer les bourgeons parfaitement constitués.

FIG. 1.

L'expérience montre que, dans un courant d'azote continu, des ébauches de bourgeons apparaissent à l'extrémité distale des morceaux de feuilles. Lorsqu'on alterne les périodes d'azote par des périodes d'air, ces ébauches peuvent évoluer en bourgeons parfaitement constitués (deuxième expérience). Aucune racine ne s'est formée à l'extrémité distale des morceaux de feuilles (1).

Ce résultat est incontestablement dû aux conditions d'anaérobiose dans lesquelles nous avons placé l'extrémité distale des morceaux de feuille (2). Nous concluons de ces expériences que *des conditions d'anaérobiose provoquent la néoformation de bourgeons par des tissus qui n'en produisent habituellement pas en aérobiose.*

Des recherches ultérieures permettront peut-être de préciser le mécanisme par lequel l'anaérobiose entraîne les résultats exposés dans cette note préliminaire.

Institut de Botanique.
Laboratoire de Physiologie végétale.

BIBLIOGRAPHIE

(1) R. Bouillenne et P. Prevot, 1934. Recherches expérimentales sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz. (*Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique*, Cl. des Sc., XX, n° 7, 723-737.)

(2) P. Prevot, La néoformation des bourgeons chez *Begonia* Rex Putz. 1935. Première note : *C. R. Soc. Biologie*, CXX, 797.

(3) 1935. Deuxième note : *Bull. Soc. Roy. des Sc. de Liége*, n° 11, 316-320.

(4) 1936. Troisième note : *C. R. Soc. Biologie*, CXXI, 884.

(1) Ceci confirme nos expériences antérieures (3, p .4), où nous avons trouvé que la néoformation des racines est sous la dépendance de facteurs différents de ceux qui interviennent dans la néoformation des bourgeons.

(2) Nous avons montré précédemment (1, p. 723) que la pesanteur ne fait pas apparaître de bourgeons à l'extrémité distale lorsque cette extrémité est orientée vers le bas.

Marcel HAYEZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.

EXTRAIT DU *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*,
N° 12, 1937.

Influence de l'engrais « Colombine » sur la néoformation des bourgeons chez *Begonia Rex* PUTZ,

par P. PREVOT,
Assistant à l'Institut de Botanique de l'Université de Liége.

La « polarité » des morceaux de feuilles de *Begonia Rex* Putz. mis en bouture est bien connue. Hartsema (3-1936, p. 351) écrit à ce sujet : « Die Knospen und Wurzeln entstehen oberhalb der Schnittwunde am baselen Ende des durchschnitteten Nerven : Polarität ».

Sur plusieurs centaines de morceaux de feuilles mis en expérience, nous avons également constaté que la néoformation des bourgeons et des racines est localisée à l'extrémité proximale (1) du morceau de feuille.

Nous sommes arrivé à modifier expérimentalement la polarité des bourgeons et nous avons provoqué la néoformation de bourgeons à l'extrémité distale des morceaux de feuille en mettant cette dernière dans l'eau (Bouillenne et Prevot, 2-1934), sous une couche de paraffine solide (P. Prevot, 7-1936) ou dans une atmosphère d'azote (P. Prevot, 8-1937).

La note présente signale l'apparition régulière de bourgeons à l'extrémité distale qui n'en donnait généralement pas et la production de bourgeons en nombre extraordinaire sous l'action d'un nouveau facteur externe.

Pendant les mois de septembre et octobre 1937, nous avons réalisé une série d'expériences pour essayer de préciser les facteurs de localisation des bourgeons à l'extrémité proximale.

Nous avons constaté avec surprise que, dans ces expériences, la grande majorité des feuilles présentaient des bourgeons aux deux extrémités, *aussi bien dans les morceaux de feuilles témoins que dans les morceaux de feuilles expérimentés*.

Le tableau I donne les résultats de ces expériences. Sur 69 morceaux de feuilles, 27 n'ont rien développé à l'extrémité distale, 42 ont formé des bourgeons à cet endroit.

Nous rappelons que, depuis 1930, époque où nous avons commencé nos recherches sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz., nous n'avons jamais constaté la néoformation de bourgeons par l'extrémité distale dans les conditions normales.

(1) L'extrémité proximale est celle qui est la plus proche de la tige. L'autre est l'extrémité distale.

Nos expériences nous mettent donc en présence de morceaux de feuilles qui, en dehors de toute expérimentation, ont « perdu leur polarité », puisqu'ils donnent des bourgeons aussi bien à une extrémité qu'à l'autre. En outre, les bourgeons sont produits en quantité beaucoup plus abondante que d'habitude. La figure 1 schématise deux exemples typiques de cet extraordinaire prolifération de bourgeons.

La figure 1 A, montre la néoformation de bourgeons très

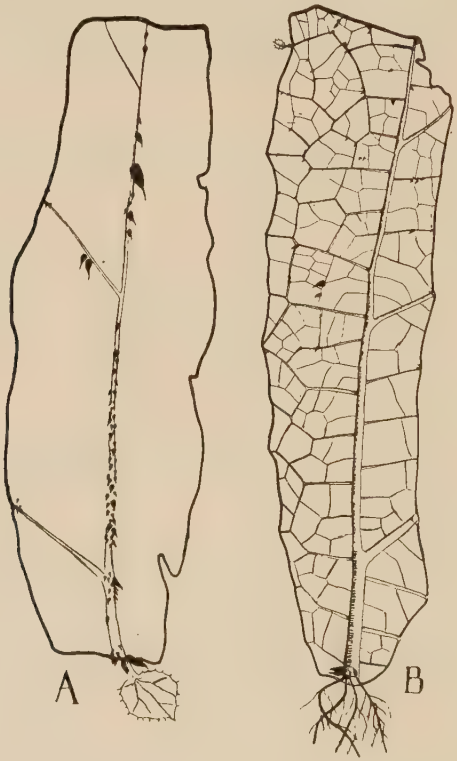


FIG. 1. — ▲ = bourgeons. Extrémité distale vers le haut.
A, face interne d'un morceau de feuille.
B, face externe d'un autre morceau.

nombreux tout le long de la nervure principale, à la face interne d'un morceau de feuille. La figure 1 B montre une quantité étonnante de petits bourgeons apparus sur les nervures secondaires, à la face externe d'un autre morceau de feuille.

Signalons aussi qu'à la même époque, 4 plantes des serres donnaient des bourgeons sur la feuille sans que celle-ci soit isolée de la plante (fig. 2), résultat contradictoire avec celui que

TABLEAU I.

1re expérience			2me expérience			3me expérience		
N° d'ordre	Proximal	Distal	N° d'ordre	Proximal	Distal	N° d'ordre	Proximal	Distal
1	+	+	1	+	+	1	+	—
2	+	—	2	+	+	2	+	—
3	+	+	3	+	+	3	+	—
4	+	—	4	+	+	4	+	—
5	+	+	5	+	+	5	+	—
6*	+	—	6	+	+	6	+	+
7	+	—	7	+	+	7	+	+
8	+	—	8	+	+	8	+	+
9	+	+	9	+	—	9	+	+
10	+	+	10	+	—	10	+	+
11	+	+	11	+	+	11	+	+
12	+	+	12	+	—	12	+	+
13	+	—	13	+	+	13	+	—
14	+	—	14	+	—	14	+	+
15	+	—	15	+	+	15	+	+
16	+	+	16	+	+	16	+	—
17	+	—	17	+	+	17	+	+
18	+	+	18	+	+	18	+	—
19	+	+	19	+	+	19	+	+
20	+	—	20	+	+	20	+	—
21	+	+				21	+	+
22	+	—				22	+	—
						23	+	+
						24	+	+
						25	+	—
						26	+	—
						27	+	+

+ = néoformation de bourgeons.
— = pas de néoformation de bourgeons.

nous avions exposé précédemment (P. Prevot, 6-1935) et où nous montrions qu'il était indispensable d'isoler la feuille de la plante pour lui faire produire des bourgeons.

A quel facteur attribuer cette production de bourgeons sur la plante et cette disparition de la polarité ?

Nous avons recherché quel traitement les plantes avaient pu subir pour manifester ces propriétés nouvelles.

Le jardinier préposé à l'entretien des *Begonia Rex* Putz., à l'Institut de Botanique, nous a appris que, du 15 mai au 15 août 1937, il avait arrosé ces plantes avec un engrais à base d'excréments de pigeons, appelé colombine (1). *Cet arrosage n'avait jamais eu lieu auparavant.*

Comme c'est le seul traitement nouveau que les plantes aient subi au moment où elles ont montré cette exubérance extraordinaire dans la production des bourgeons, nous concluons que ce phénomène a été produit par les substances introduites avec la colombine.

Cette conclusion est confirmée par le fait qu'un *Begonia Rex* Putz., observé chez un horticulteur de Liége et montrant des bourgeons sur la plante, avait été également arrosé à la colombine.

Pour vérifier l'influence de la colombine, nous avons mis simultanément en boutures des morceaux de feuilles provenant de plantes de l'Institut, arrosées à la colombine, et des morceaux de feuilles provenant de plantes arrosées simplement à l'eau (2). Le tableau II et la figure 3 donnent les résultats.

Ce tableau montre nettement que la polarité subsiste chez les plantes arrosées à l'eau, tandis qu'elle a disparu chez les plantes arrosées à la colombine.

On peut faire une objection : c'est que les Begonias de M. Sladden n'appartiennent pas exactement à la même variété que ceux de l'Institut, qui sont des *Begonia Rex* type, tandis que ceux de M. Sladden sont des *Begonia Rex* hybridés.

Pour répondre à cette objection, faisons remarquer d'abord que, de 1930 à 1937, nous n'avons jamais vu de bourgeons se développer naturellement à l'extrémité distale des morceaux de feuille, mais qu'après le traitement à la colombine (15 mai

(1) Voici comment se prépare la colombine : on mélange un seau d'excréments de pigeon à 10 seaux d'eau; on laisse macérer pendant 15 jours et l'on utilise le liquide jaunâtre, dilué à la concentration de 10 %.

(2) Nous devons ces dernières feuilles à l'amabilité de l'éminent orchidophile M. Sladden. Nous tenons à l'en remercier.

FIG. 2. — Petits bourgeons à l'endroit de réunion des nervures et à la cassure d'une nervure, sur la grande feuille.

FIG. 3. — Au-dessus, fragments de feuille dont la plante a été arrosée à la colombine. — Au-dessous, la plante fut arrosée à l'eau. — Extrémité distale à gauche.

au 15 août), la grande majorité des morceaux de feuille de *Begonia Rex* type ont développé des bourgeons à l'extrémité distale.

TABLEAU II.

Plantes arrosées à l'eau			Plantes arrosées à la colombine		
N° d'ordre	Proximal	Distal	N° d'ordre	Proximal	Distal
1	+	—	1	+	+
2	+	—	2	+	+
3	+	—	3	+	+
4	+	—	4	+	+
5	+	—	5	+	+
6	+	—	6	+	+
7	+	—	7	+	+
8	+	—	8	+	+
9	+	—	9	+	+
10	+	—	10	+	+
11	+	—	11	+	+
12	+	—			
13	+	—			
14	+	—			
15	+	—			

+ = néoformation de bourgeons.
— = pas de néoformation de bourgeons.

En outre, nous avons fait des boutures de feuilles d'un autre *Begonia Rex* hybride, venant de l'Institut, et également arrosé à la colombine. Sur 8 morceaux de feuille, 3 ont donné des bourgeons à l'extrémité distale, ce qui confirme notre thèse.

Ces observations et ces expériences mettent donc en évidence le fait suivant : l'arrosage de plantes de *Begonia Rex* Putz. par de la colombine provoque une augmentation étonnante dans la faculté de cette plante pour la néoformation des bourgeons, amenant la néoformation de bourgeons par des feuilles non

isolées de la plante et par des tissus qui n'en donnaient pas auparavant : l'extrémité distale des morceaux de feuilles (1).

Comment interpréter cette action de la colombine ? Nous ne pouvons encore formuler à ce sujet qu'une hypothèse de travail.

Nous ne pensons pas que ce soit une question de nutrition. Dans des expériences antérieures, nous avons, en effet, prouvé que la quantité de sucres solubles est plus grande à l'extrémité distale qui ne donne pas de bourgeons (0,106 gr. pour 100 gr. de poids frais) qu'à l'extrémité proximale (0,081 gr. pour 100 gr. de poids frais) qui en produit (Bouillenne et Prevot, 1-1934, p. 598).

L'influence de la teneur en azote introduit avec la colombine est également secondaire, parce que : 1° les plantes sont cultivées sur un humus de feuilles riche en azote; 2° la quantité supplémentaire d'azote fournie aux plantes par l'addition de colombine est très faible, puisque :

a) la concentration de la solution d'excréments de pigeons est de 1 %;

b) la quantité d'azote de la colombine n'est que de 1 % environ;

c) la colombine n'est fournie qu'à la dose d'environ $\frac{1}{2}$ litre de solution diluée par plante, tous les 15 jours.

Nous sommes plutôt enclin à supposer que la colombine contient des substances spéciales (les « substances formatrices » de Sachs, 9-1882) ou les « organisateurs » (étudiés notamment par Needham, 5-1934) indispensables pour amener la constitution des bourgeons.

On sait, en effet, que les excréments humains contiennent de fortes quantités d'hormones végétales (« Growth substances » Koegel and Haagen Smit, 4-1931).

Faut-il attribuer le rôle de substances formatrices de bourgeons à ces « growth substances » de la colombine ou à d'autres substances spéciales? C'est ce que nous essaierons de préciser dans nos prochaines recherches.

---

(1) Faisons remarquer que les résultats rapportés dans notre précédente note (P. Prevot, 8, 1937) ont été obtenus sur des plantes non soumises à l'action de la colombine pour l'expérience 1, sur des plantes qui venaient d'être traitées à la colombine pour l'expérience 2. Le fait qu'aucun témoin n'a produit de bourgeons à l'extrémité distale montre que les résultats de ces expériences sur l'influence des conditions d'anaérobiose dans la néoformation des bourgeons ne sont en rien mis en doute par les nouveaux résultats rapportés ici.

Nous tenons à signaler que c'est la première fois, à notre connaissance, qu'est indiquée l'action de substances spéciales sur la *néoformation* des bourgeons par les plantes, c'est-à-dire sur la constitution de nouveaux méristèmes de tiges à partir de cellules différenciées. Les travaux de Thimann et Skoog (11-1934) et de Snow (10-1937) mettent en évidence l'action de l'auxine sur le *développement* de bourgeons déjà constitués, mais non sur la néoformation des bourgeons.

Institut de Botanique.
Laboratoire de Physiologie végétale.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Bouillenne et Prevot, 1934. Recherches expérimentales sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz. (*Acad. Roy. Belg., Bull. Cl. Sc.*, XX, n° 6, 584-609.)

(2) — (*Ibidem*, XX, n° 7, 723-737.)

(3) Hartsema, A. M., 1926. Anatomische und experimentelle Untersuchungen über das Auftreten von Neubildungen an Blättern von *Begonia Rex*. (*Rec. Trav. Bot. néerlandais*, XXIII, n^{os} 3 et 4, 305-361.)

(4) Koegl, F. et Haagen Smit, A. J., 1931. I. Mitteilung über pflanzliche Wachstumsstoffe. Ueber die Chemie des Wuchsstoffe. (*Proc. K. Akad. Wetensch. Amsterdam*, **34**, 1411-1416.)

(5) Needham, J., Waddinpton et Needham, D., 1934. Physico Chemical Experiments on the Amphibian organisator. (*Proc. Roy. Soc. London*, sér. B, vol. 114, 393-422.)

(7) Prevot, P., 1936. La néoformation des bourgeons chez *Begonia Rex* Putz. (*C. R. Soc. Biol.*, CXXI, 884-885.)

(8) — 1937. Influence des conditions d'anaérobiose dans la néoformation des bourgeons chez *Begonia Rex* Putz. (*Bull. Soc. Roy. Sc. Liége*, n^{os} 8, 9 et 10, 284-286.)

(9) Sachs, J., 1882. *Stoff und Form der Pflanzenorgane.*

(10) Snow, R., 1937. On the nature of correlative inhibition. (*New Phytologist*, **4**, 283-300.)

(11) Thimann, K. V. et Skoog, F., 1934. On the inhibition of bud development, etc. (*Proc. Roy. Soc.*, B, **114**, 317.)

Extrait du *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liége*,
Séance du 18 novembre 1937, n° 11.

Un calorimètre de haute précision,

par le Dr A. WELSCH.

(*Deuxième note.*)

Dans une note précédente (1), nous avons décrit un calorimètre très précis que nous avions construit en vue de mesurer de très petites variations de température du milieu étudié, et aussi d'obtenir des résultats très précis lorsque les phénomènes thermiques se déroulent avec une très grande lenteur (pouvant atteindre plusieurs jours).

Rappelons en peu de mots l'essentiel de l'installation.

Le calorimètre est monté dans une cave à parois capitonnées. Il consiste en un vase de Dewar, protégé par une armature de bronze et plongeant dans un thermostat. A travers le bouchon du vase passe un thermomètre pour calorimétrie, protégé contre les variations thermiques extérieures par un manchon de verre où circule l'eau du thermostat.

Les variations de la colonne mercurielle sont enregistrées sur un film photographique se déplaçant latéralement à la vitesse d'un centimètre par heure (dans les recherches signalées dans la présente note). Les variations éventuelles de la température du thermostat sont également enregistrées sur film. Une résistance chauffante introduite dans le calorimètre permet d'amener la température intérieure au degré désiré.

Thermostat et calorimètre sont mis à l'abri des déplacements d'air par des tentures allant du plafond jusqu'au sol. Un cathétomètre placé en dehors des tentures permet de surveiller les thermomètres.

Le contrôle de l'appareil nous a permis de constater que la température intérieure du calorimètre pouvait être maintenue pendant quatre jours consécutifs sans que sa variation atteigne le demi-millième de degré (thermomètre à échelle au 1/500e de degré).

Dans les recherches que nous désirons entreprendre actuellement sur la chaleur spécifique de différentes solutions colloïdales, nous devons travailler sur des quantités d'eau assez considérables : 400 cc.

Pour mener à bien cette étude, nous avons ajouté un petit agitateur qui plonge dans le vase de Dewar : c'est une lame de

(1) *Bull. Soc. Roy. Sc. de Liége*, n° 2, 1937.

métal (or, argent, palladium) mince, tordue en hélice, de 1 cm. de large, montée sur une tige en verre et reliée à un petit moteur synchrone, tournant à 70 tours à la minute. Le brassage de la solution est ainsi suffisamment assuré.

En outre, nous avons introduit dans le vase de Dewar une petite résistance en constantan, isolée dans un tube de verre. La résistance est reliée à une batterie de grande capacité et d'une tension de 6 volts. Une résistance variable, un voltmètre et un milliampèremètre complètent l'appareillage que nous devons à l'obligeance de M. le Prof[r] Dacos.

La résistance utile est de 60, 35 ohms. D'après la formule approchée de Joule

$$Q = \gamma i^2 t$$

si nous envoyons, par exemple, un courant de 80 milliampères pendant 900 secondes, le calcul aboutit à 83,12 calories fournies au milieu (1 cal. = 4,1835 Joules).

La surveillance de l'aiguille de l'ampèremètre se fait par une petite lunette qui permet d'apprécier facilement le dixième de milliampère et, par conséquent, de régler utilement la résistance variable afin d'assurer la constance de l'intensité du courant.

Prenons un exemple illustré par le cliché n° 1 (à lire de droite à gauche).

Le vase renferme 400 cc. d'eau distillée. L'eau est chauffée à 32° environ. L'installation est terminée à 11 h. 30; le thermomètre, au 1/50[e] de degré, indique 31°65 à l'intérieur du vase. L'eau du thermostat est (et restera) à 28°08. L'eau contenue dans le vase de Dewar se refroidit progressivement. Nous commençons l'enregistrement photographique à 13 h. 8.

Le thermomètre du calorimètre indique 31°30. En descendant, l'extrémité de la colonne mercurielle dessine sur le film une plage claire dont la limite supérieure est une courbe s'inclinant vers le bas et la gauche. Lorsque l'extrémité de la colonne passe au niveau de la division 31°24, nous éteignons, pendant deux minutes, l'ampoule qui éclaire l'échelle thermométrique. Il se produit ainsi, sur le film, un petit trait blanc vertical qui permet de repérer le trait 31°24 et, de là, la région de la colonne thermométrique enregistrée par le film.

Au moment où l'extrémité de la colonne mercurielle vient affleurer la division 31°, nous lançons le courant dans la petite résistance plongeant dans l'eau du vase de Dewar (80 milliampères pendant 900 secondes).

La colonne thermométrique remonte de 0°16. Ensuite la descente reprend et lorsque la courbe de descente est devenue rigoureusement parallèle à celle que nous avons obtenue avant de lancer le courant (et dans la même région du thermomètre), nous sommes assuré que la modification thermique apportée par le courant est terminée.

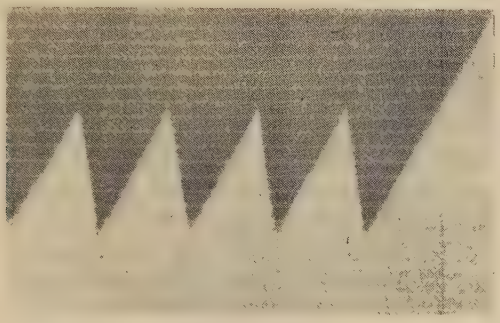


FIG. 1 (à lire de droite à gauche).
Film des variations de la température de 400 cc. d'eau dans le calorimètre : la colonne mercurielle descend progressivement. Ensuite, nous apportons, quatre fois, à intervalles réguliers, pendant quinze minutes chaque fois, une quantité déterminée de chaleur. — Les traits horizontaux reproduisent les divisions de l'échelle thermométrique (0°02). En abscisse, 1 centimètre correspond à 60 minutes.

L'opération est, ici, recommencée quatre fois.

Nous pouvons mesurer l'élévation thermique que nous aurions observée si aucune perte de chaleur ne s'était effectuée à travers les parois du calorimètre : en effet, la courbe de descente, obtenue avant les quatre opérations, nous renseigne sur l'intensité de la perte de chaleur par rayonnement observée entre les points extrêmes de température atteints au cours des quatre opérations. Dans le cas présent, les écarts entre ces points extrêmes sont restreints et la courbe peut être assimilée à une droite. Dans ces conditions, une opération graphique très simple nous fournira le résultat cherché : il suffit de prolonger vers le bas la courbe de la descente enregistrée avant les opérations de chauffage. Cette courbe nous donne la valeur de la chute de température due au rayonnement. La différence entre la température observée à la fin de la recherche et la température indiquée par le graphique, au même moment, nous donne la valeur de l'élévation de température que nous aurions observée s'il n'y avait eu aucune perte de chaleur par rayonnement. C'est ce que l'on voit sur la figure 4 (à lire de gauche à droite) : nous

avons, tout d'abord, reproduit, en traits pleins, les profils obtenus par les films. La prolongation de la courbe de refroidissement est représentée en traits interrompus.

Les flèches montrent l'élévation de température calculée.

La figure est réduite de moitié. En ordonnées, les divisions représentent un dixième de degré; en abscisses elles représentent une heure.

Nous pouvons également opérer une seule mesure sur le total des quatre opérations de la figure 1, comme sur le total des trois opérations du début et sur le total des trois opérations ultérieures de la figure 4.

Le film amplifie environ quatre fois l'image de l'échelle thermométrique. L'amplification a été réalisée de telle façon que cinq divisions du thermomètre (au cinquantième, au centième ou au cinq centième de degré) représentent exactement un centimètre. L'opération graphique peut donc se faire en fixant le film sur du papier millimétré. (Rappelons, en passant, que le film se déroule à la vitesse d'un centimètre à l'heure.)

La mesure opérée grâce au papier millimétré renseigne donc facilement sur l'élévation de la température et sur le temps écoulé pendant les opérations.

Par ce procédé, peu nous importe si un certain délai s'écoule entre l'instant où nous commençons le chauffage et celui où le

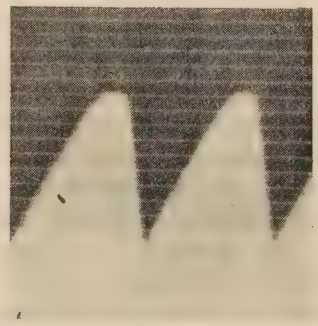


Fig. 2 (à lire de droite à gauche).
Courbes thermiques obtenues sur une solution visqueuse.

thermomètre commence à accuser une élévation de température; peu nous importe si la courbe n'affecte pas l'aspect d'un clocher à pointe aiguë, mais plutôt d'un mamelon à sommet arrondi. Or, c'est le cas qui se présente lorsqu'on travaille sur des solutions très visqueuses, comme le montre la figure 2 (solution de gomme arabique à 6 %). Il suffit d'attendre que le

film enregistre (à une température donnée) une vitesse de descente superposable à celle qui a été observée avant l'envoi du courant (à la même température), pour être assuré que toute la chaleur fournie a été totalisée par le milieu.

Si l'on désire obtenir des mesures encore plus précises, il suffit de pratiquer un échauffement du milieu qui soit égal ou, du moins, légèrement supérieur au refroidissement. Car, dans ces conditions, pendant la durée du chauffage, l'extrémité de la colonne mercurielle trace une horizontale ou une courbe très légèrement ascendante. Dans ces conditions, on peut prolonger à son gré le temps pendant lequel on envoie le courant sans produire de grande différence entre les températures du début et de la fin de la période de chauffage.

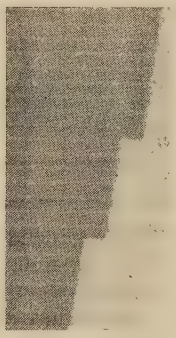


Fig. 3 (à lire de droite à gauche).
L'apport de chaleur est à peu près égal à la perte de chaleur par rayonnement.

La figure 3 montre deux mesures ainsi réalisées. Le temps est ici de 16 minutes dans chacune des deux mesures; mais il aurait pu être, par exemple, dix fois plus considérable, ce qui eût rendu la mesure dix fois plus précise. En outre, la cause d'erreur apportée par les extra-courants de fermeture n'intervenait qu'une seule fois.

Il est manifeste que le cliché n° 3 ne pourrait être utilisé en vue d'une mesure un peu précise, tant en raison de l'inclinaison des courbes de descente que du peu d'étendue des portions de courbes plus ou moins horizontales.

Les conditions de l'expérience doivent être réglées dans chaque cas particulier, de façon à fournir un film utilisable, par le choix de la différence de température entre le thermostat et le contenu du calorimètre et par l'emploi de délais suffi-

sants pendant la période d'échauffement, comme il se voit, par exemple, dans la figure 6, où la période d'échauffement a duré trente heures. Par contre, les figures 3, 4 et 5 montrent des opérations raccourcies suffisantes pour illustrer la technique, mais non pour prétendre à une mesure correcte.

*
* *

Passons aux exemples. Nous introduisons dans le calorimètre 400 gr. d'eau distillée et un tube en verre renfermant 20 gr. de gomme arabique en poudre fortement tassée. Thermomètre au cinquantième de degré. Lorsque l'installation est terminée à 11 h. 05, le thermomètre accuse 31°90.

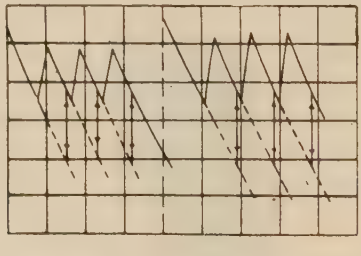


Fig. 4 (à lire de gauche à droite).
Température en ordonnées : une division correspond à un dixième de degré. Temps en abscisses : une division correspond à 60 minutes. — Réduction : 1/2. — Courbes thermiques obtenues sur le milieu eau + gomme arabique avant et après la mise en solution de la gomme, en traits pleins. La perte par rayonnement en traits interrompus. Les flèches indiquent l'élévation thermique totale pour chacune des opérations de chauffage.

A 12 h. 30, la température est de 31°50. Nous commençons l'enregistrement photographique (fig. 4). Lorsque la température est descendue à 31°30, nous envoyons le courant dans la résistance chauffante (80 milliampères pendant 900 secondes).

La température monte à 31°44, puis redescend progressivement à 31°30.

Nous recommençons encore deux fois la même opération. Le calcul nous donne, pour chaque opération une élévation thermique de 0°185. En total 0°555. Nous avons fourni en total 249,360 calories, dont 23,764 ont été absorbées par le calorimètre, dont la capacité calorifique équivaut donc à 23,764 cc. d'eau. Le reste, soit 225,596 cal. a élevé de 0°555 la température du système eau-gomme (420 gr.) dont la chaleur spécifique globale calculée est 0,9678 (la gomme n'étant pas en solution).

La gomme est ensuite mise en solution. Le tube en verre, dont on perfore le fond, est évidemment réintroduit dans le calorimètre ainsi que son bouchon et l'opération du chauffage est de nouveau recommencée trois fois (partie droite de la fig. 4).

Nous enregistrons chaque fois une montée thermique de 0°190; au total 0°570.

La chaleur spécifique de la solution est descendue à 0,9424.

La mise en solution de la gomme dans l'eau a provoqué un abaissement de la chaleur spécifique du système de 2,74 % environ.

Cette mesure n'est donnée qu'à titre indicatif, afin d'illustrer la technique de l'appareil. Il est évidemment nécessaire d'exécuter une longue série de mesures pour établir des données précises sur la chaleur spécifique de la solution étudiée. La même remarque s'applique aux exemples suivants.

Lorsque l'on compare les courbes fournies par le film avant et après la mise en solution de la gomme dans l'eau, il semble, à première vue, que l'élévation thermique est notablement plus élevée après qu'avant la mise en solution. C'est exact en ce qui concerne l'évolution accusée par le thermomètre (0°14 avant, 0°18 après la mise en solution). Mais le refroidissement par rayonnement est moins rapide dans la seconde partie de la recherche, ce qui se marque par la plus faible inclinaison de la courbe. Ce ralentissement du rayonnement s'explique par le fait que la tension de vapeur est fortement diminuée lorsque la gomme est mise en solution.

La valeur de la tension de vapeur est d'une grande importance dans les mesures calorimétriques, mais nous n'avons pas à en tenir compte dans nos mesures, puisque la tension de vapeur reste constante au cours de chacune des deux opérations respectives.

En opérant de la même façon, mais en remplaçant la gomme arabique par de l'agar-agar (1 gr. pour 400 gr. d'eau distillée), nous constatons que la mise en solution de l'agar-agar abaisse la chaleur spécifique du système d'environ 2 % à la température de 40°, et d'environ 10 % à la température de 30°.

La figure 5 (à lire de droite à gauche) montre l'opération pratiquée à 30°. Nous envoyons deux fois 90 milliampères pendant 900 secondes dans le système eau, agar-agar séparés. Ensuite, deux fois dans la solution de l'agar-agar dans l'eau.

Évidemment ces valeurs demandent à être précisées par des mesures prolongées et multipliées. Soulignons, cependant, l'importance biologique de ces dernières, s'il se confirmait qu'une

proportion de 0,25 % d'agar-agar en solution dans l'eau suffit pour abaisser aussi considérablement la chaleur spécifique de la solution.

*
* *

Voici un exemple de mesure biologique prolongée qui peut être aisément réalisée par notre appareil : quelle est la quantité de chaleur dégagée par 1 gr. de levure de boulanger placée, à

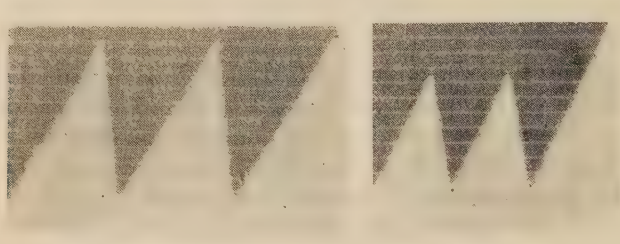


FIG. 5 (à lire de droite à gauche).
Courbes thermiques obtenues sur le milieu eau + agar-agar : à droite, avant; à gauche, après la mise en solution de l'agar-agar dans l'eau.

la température moyenne de 30°, dans 400 cc. de milieu de culture glucosé à 7,642 % de glucose ?

La figure 6 nous donne le résultat (réduit au cinquième, à lire de gauche à droite).

Nous introduisons, dans le calorimètre, 400 cc. de milieu de culture et un petit tube en verre renfermant 1 gr. de levure. Au moment où nous commençons l'inscription, le thermomètre (au cinquantième de degré) marque 30°30.

Le refroidissement du milieu par rayonnement nous donne une courbe descendante (en haut et à gauche du graphique). Lorsque le thermomètre marque 29°97, l'opération est interrompue pour retirer la levure de son tube et l'introduire dans le milieu, ce qui demande quelques minutes. L'appareillage est remis en place; le milieu, qui s'est refroidi d'un à deux dixièmes de degré pendant le mélange, est ramené à 30° grâce à la résistance chauffante.

L'inscription est poursuivie après quelques minutes et nous obtenons une courbe affectant d'abord l'allure d'une droite horizontale pendant quatre heures environ, pour s'élever ensuite progressivement et décrire un plateau pendant dix-sept heures environ et redescendre ensuite pendant sept heures.

Nous terminons alors l'opération en mesurant la chaleur spécifique du milieu par le procédé décrit plus haut. La mesure,

ainsi que celle opérée au début, se trouvent reproduites dans le petit graphique situé à gauche de la figure.

La courbe décrite par l'extrémité de la colonne mercurielle du thermomètre au cours du développement de la levure représente évidemment la différence entre l'élévation de température

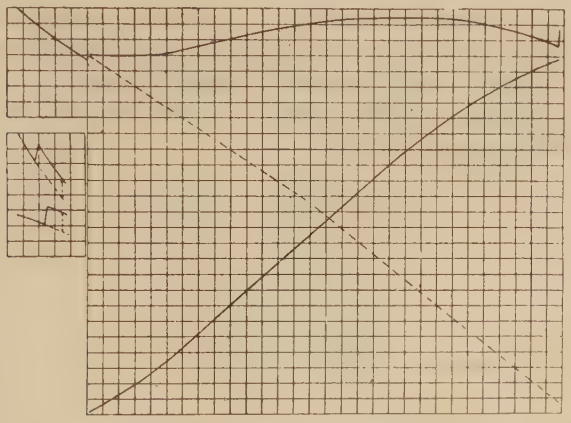


FIG. 6 (à lire de gauche à droite).
Comme pour la figure 4, température en ordonnées, temps en abscisses. — Réduction : 1/5. — En haut, refroidissement par rayonnement du milieu, solution nutritive 400 cc.+1 gramme de levure (séparés). Ensuite, la levure est introduite dans la solution : courbe thermométrique pendant une trentaine d'heures. En traits interrompus, perte par rayonnement. La courbe en S montre ce que serait l'élévation thermique s'il n'y avait pas de perte de chaleur par rayonnement; à gauche, mesure de la chaleur spécifique du milieu, avant et après l'expérience. La température du milieu n'a varié que de 0°25 au cours de la recherche.

due à l'activité de la levure et la descente de température due au rayonnement.

La valeur de cette dernière nous étant donnée par la première partie de la courbe, nous pouvons tracer sur le diagramme la courbe de perte par rayonnement aux différentes températures atteintes par le milieu au cours de l'expérience (traits interrompus).

Il nous suffit alors de prendre, point par point, la différence de température entre les deux courbes pour pouvoir tracer la courbe de température idéale que nous aurions obtenue dans un calorimètre adiabatique. Nous disons courbe *idéale* parce que, dans cette hypothèse, la température du milieu se serait élevée de 2°3 et cette variation aurait modifié les conditions d'existence de la levure. Dans notre recherche, la température du milieu

n'a varié que de 0°25. On devine l'importance de cette stabilisation dans les recherches biologiques, où la température du milieu exerce une influence considérable sur la marche des phénomènes.

Le tracé idéal affecte la forme d'une courbe en S dont la plus grande partie est constituée par une droite. Il y a, au début, une période de mise en train et, à la fin, un ralentissement de l'activité de la levure, en raison de la modification du milieu par l'accumulation des produits du métabolisme.

Mais il n'est pas question, dans le présent travail, de discuter la signification de la courbe.

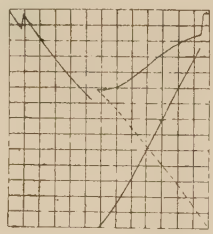


FIG. 7 (même notation que fig. 6).
1,5 gramme de levure, 400 cc. de solution nutritive.

Remarquons que cette courbe, telle qu'elle est obtenue sur le graphique, ne nous donne pas exactement les quantités de chaleur dégagées au cours de la recherche, car la chaleur spécifique du milieu s'est abaissée par suite de la modification du milieu. Si nous estimons que la diminution a été régulièrement progressive (ce qui sera vraisemblablement très voisin de la réalité), pour passer de 1 à 0,97, l'abscisse du graphique devra être inclinée sur l'axe des ordonnées de façon à augmenter de 3 % la valeur de la dernière mesure thermique.

La figure 7 nous montre la même opération pratiquée avec 1,5 gr. de levure dans 400 cc. de milieu de culture, à la température moyenne de 30°75.

Rappelons encore, en terminant, que le but de la présente note ne consiste pas à apporter des documents sur des mesures répétées. Nous avons désiré montrer que nous pouvons mesurer de très petites quantités de chaleur lorsque les opérations sont prolongées, et poursuivre nos recherches pendant de longs délais tout en conservant au milieu étudié une température suffisamment constante pour satisfaire aux exigences des recherches biologiques.

Institut de Botanique de l'Université de Liége.

M. HAYEZ, Imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.

BULLETIN DES BOTANISTES LIEGEOIS T.I

Fascicule 4

J. DAMBLON ==========

========== A. MONOYER ==========

========== J. MOUREAU

Contribution

à la

FLORE MYCOLOGIQUE

de la

HAUTE ET DE LA MOYENNE BELGIQUE

Editions J.D.L.

1937

AVERTISSEMENT

Depuis les publications mycologiques de MARIE ANNE LIBERT (1830), de P.A. BELLYNCK et de ALFRED de LIMMINGHE (1857), de la Flore Mycologique de E. LAMBOTTE (1880) et du Prodrome de DEWILDEMAN et DURAND (1898), c'est-à-dire depuis une cinquantaine d'années, nos connaissances sur la flore des Champignons supérieurs des régions wallonnes n'ont pas beaucoup progressé (*).

Alors qu'à l'heure actuelle, dans les pays voisins, et notamment en France, le nombre des mycologues, sans cesse augmentant, amène, grâce à de nombreuses publications, à une connaissance de plus en plus parfaite de la flore mycologique, dans nos régions la mycologie est délaissée depuis de nombreuses années.

Ceci explique pourquoi, depuis si longtemps, presqu'aucun travail de mycologie n'a vu le jour chez nous.

Préjudiciable au point de vue floristique, cet état de chose ne l'est pas moins au point de vue de l'orientation des recherches d'un certain nombre de sciences biologiques, car la plupart de nos jeunes chercheurs ignorent les ressources ou les indications fournies par ce matériel si varié, si intéressant, aux points de vue physiologique, phytogéographique ou phytochimique.

C'est pourquoi nous avons pensé qu'il y avait urgence à attirer l'attention sur les richesses mycologiques de nos régions ce qui matériellement et "psychologiquement" ne pouvait se mieux réaliser qu'en apportant une contribution à la connaissance des mycètes nouveaux, rares ou peu connus de la Haute et de la Moyenne Belgique.

(*) On ne peut guère citer, en effet que les travaux de M.BEFLI dans lesquels on peut trouver, au sein de nombreuses observations ayant trait surtout aux régions flamandes ou bruxelloise seulement, quelques espèces relevées dans les régions qui nous occupent.

1. ASCOMYCETES

Fam. Rhizinacées

Rhizina inflata (SCHAEF.) SACCARDO (8)
Syn. *Rhizina undulata* FR.

Carpophore ondulé-bosselé convexe, brun bai dans le jeune âge plus tard brun chocolat à marge blanchâtre puis pâle. Le champignon est fixé au sol par des cordons ramifiés, blanchâtres, convergents. 2 à 7 cm. Asques linéaires, cylindriques; spores elliptiques oblongues, aiguës au deux extrémités, 2-3 guttulées, brun clair; 30-40 x 7-10 microns.

Habitat: Autour des feux de bois sous les plantations de Conifères de la Baraque Michel, de juillet à octobre 1936, sur terreau de *Picea excelsa* recouvrant le limon révinien provenant de la désagrégation des quartzophyllades.

L. IMLER a trouvé ce champignon aux environs d'Hérenthals sous des Conifères en août 1936 dans des sables quartzeux tertiaires, donc dans un terrain nettement différent comme origine mais ayant en commun avec celui de notre station, la présence de Conifères et de l'élément silice.

Fam. Pézizacées

Sarcosphaera eximia (DURIEU et LEVEILLE)R.MAIRE
Peziza coronaria JACQ. BOUDIER p.167,pl.302 (11)
Peziza amplissima FR.

Carpophore d'abord globuleux et sessile ensuite en forme de coupe déchirée en étoile irrégulière, à face externe blanche. Hyménium d'abord blanc devenant violet purpurin dès l'éclatement. Spores 2-guttulées, ellipsoïdes, hyalines, 15-20 x 8-9 microns.

Habitat: En terrain calcaire sous Conifères. A l'état jeune, ces champignons sont enfouis sous les aiguilles et on ne les repère que par les petites éminences qu'ils forment à la surface du sol.

Nous avons rencontré cette espèce, que l'on a toujours considérée comme très rare et qui est probablement nouvelle pour notre flore, d'abord

en avril 1936 à Nismes, sur calcaire givetien, aux bords d'une excavation, vestige d'une exploitation de limonite, au lieu dit "Matricolo".

Elle se trouvait aussi dans le sentier qui descend dans cette excavation, actuellement plantée de *Picea excelsa* DC.

Plus tard en mai 1937, nous avons été fort surpris par un fait que nous considérons comme exceptionnel: à Barvaux sur les hauteurs de calcaire délité planté de *Pinus sylvestris* L., les carpophores de ce champignon sont apparus en grande abondance, formant de véritables "ronds de sorcières".

Quelques jours après nous avons retrouvé *Sarcosphaera eximia* à Marennes, également sur des calcaires délités plantés de *Picea excelsa* DC., *Pinus Laricio* L. var. *Austriaca* HÖSS.,et *Pinus sylvestris* L.

Les carpophores étaient si nombreux qu'il était impossible de circuler dans les bois sans les écraser.

Les dimensions de ces carpophores atteignaient 15cm. de diamètre sur 10cm. de hauteur.

Leur nombre tout à fait inusité, et le diamètre très grand (jusqu'à 3m.) des "ronds de sorcières", ce qui pour le mycelium exige de nombreuses années de vie, pose le problème de la réalité du concept "rareté" à propos des champignons, puisqu'il a suffit d'une année particulièrement favorable pour démontrer que rareté des carpophores n'est pas synonyme de rareté de l'espèce.

Fam. Helvellacées

Gyromitra esculenta FRIES ex PERS.
Physomitra esculenta BOUDIER p.118, pl.224 (10)

Chapeau mince, à plis cérébriformes, réfléchi sur le pied auquel il est soudé en plusieurs endroits. Hyménium supère, fauve puis marron foncé. Trame mince, blanchâtre. Pied creux, blanchâtre, parfois légèrement violacé, ridé à la base. Spore elliptiques, subhyalines, guttulées aux deux extrémités, 18-20 x 10 microns.

Habitat: Bois mixte de Conifères et de feuillus,

dans un fossé au bord d'un chemin à Rahier (Vallée de l'Amblève) sur limon révinien et produits de désagrégation couvrant une argile blanche à silex éclatés, le 5-V-1936.

Verpa Krombholzi CORDA
Verpa digitaliformis FR.ex PERS.

Carpophore de taille petite ou moyenne, 3 à 8 cm. Chapeau d'abord ovoïde puis obtus-conique, irrégulier, crevassé sillonné, à marge lobée finement bordée de blanc. Hyménium supère, fauve ou d'un brun fauve un peu olivâtre, trame lisse et blanche. Pied d'abord court, blanchâtre, mais couvert d'un tomentum fauve-rougeâtre se transformant au cours du développement en squamules concentriques, farci, surtout dans la jeunesse, d'une moëlle cotoneuse blanche. Asques cylindriques atténuées à la base, 350-400 x 20-25 microns. Spores ochracées en masse, presque hyalines par transparence sous le microscope, elliptiques, non guttulées, 22-25 x 12-15 microns.

Habitat: Dans une forêt de *Fraxinus excelsior* L. sur calcaires viséens à Forêt le 18-IV-1936.

Dans la même station nous avons trouvé le 9 mai, *Verpa digitaliformis* FR.ex PERS. que BOUDIER semble considérer comme une simple forme de *V. Krombholzi*. Nous n'avons trouvé qu'un exemplaire de ce *Verpa* qui nous a paru être identique à l'espèce de PERSOON; mais il nous a semblé également que cet exemplaire pourrait être une forme très adulte et luxuriante de *Krombholzi* (BOUDIER, T.IV, p.116)(10), Maublanc abonde d'ailleurs dans le même sens.(MAUBLANC, pl.186)(13)

Fam. Hypocréacées

Cordiceps capitata (HOLMSK.) LINK.
Torulia (Corcylia) capitata TULASNE T,III, p.22. (2)

Carpophore solitaire, simple, de 5 à 8 cm.de haut sur 1 cm. d'épaisseur. Chapeau ovoïde sphérique, scabre, brun; périthèces très serrés ovoïdes, légèrement proéminents. Pied égal, glabre, jaune citrin, fibreux-strigueux, noircissant.

Asques cylindriques très longues de 15 microns d'épaisseur. Spores filiformes très longues se découpant ensuite en articles fusiformes allongés ou en bâtonnets de 25-40 x 6 microns, hyalines, légèrement citrines.

Habitat: Parasite sur Elaphomyces sp. Récolté par M. Z. Bacq à proximité d'une souche de sapin au bord d'un chemin à l'orée d'un bois de *Picea excelsa* DC. sur épaisse couche d'argile révinienne mêlée de quartzophyllades et de gros blocs de quartzite. Francorchamps le 5-XI-1936.

2 BASIDIOMYCETES

Fam. Tremellacées

Exidia glandulosa (FR.) BULL.
W. NEUHOFF p.32, pl.5, fig.3 à 16 (19)

Carpophore poussant ordinairement en touffes; sessile ou légèrement stipité, globuleux à plis cérébriformes, ou discoïde, puis prenant des formes très variables avec l'âge; 1 à 5 cm. Fuligineux, translucide, parfois brun-noirâtre, gélatineux, lisse et luisant au dessus. Hyménium infère, mat et subvilleux par l'existence de papilles coniques plus ou moins nombreuses, bosselé, plissé. Basides ovoïdes, 15-21 x 9-13 microns. Spores cylindrique-arquées, hyalines, 12-18 x 4-6 microns.

Habitat: Nous l'avons récolté sur Aulne mort à Spa le 22-XI-1936 et le 3-I-1937 dans la même station.

Remarque: E. LAMBOTTE (T.II, p.448) (7) décrit *Exidia glandulosa* comme la forme conidienne d'un Ascomycète, *Propolis transversalis* FUCKEL.

Fam. Cantharellacées

Craterellus sinuosus FR.
Syn. *Craterellus flocculosus* BOUDIER pl.171 (10)
Craterellus crispus FR. GILLET, p.740, pl.493 (6)
Craterellus pusillus FR. GILLET, p.740 (6)

Chapeau irrégulier déchiré, jusqu'à 4cm. de diamètre, mince, gris-bistre parfois brunâtre et

pâlissant, parfois légèrement squamuleux. Hyménium gris-cendré, bleuâtre-pâle, prenant une teinte ochracé-jaunâtre à la dessication; plis peu marqués, ayant plutôt l'aspect de rides épaisses, décurrentes. Pied ochracé-grisâtre, plein à la base, creusé en trompette vers le haut, souvent comprimé. Chair mince, gris pâle, douce et inodore. Spores blanches en tas, hyalines par transparence sous le microscope, ovoïdes, lisses, 9-12 x 6-8 microns.

Habitat: Récolté sous les feuillus à Forêt (Bouny: La Rochette) sur schistes houiller contenant des grès le 8-VIII-1936.

Fam. Clavariacées

Clavaria Kunzei FRIES p.669 (4)
Syn.: *Clavaria chioneu* PERS.

Carpophore de 3 à 6 cm. Tronc mince, très rameux dès la base. Rameaux très grêles, fragiles, plusieurs fois dichotomes, comprimés aux ramifications, blancs, devenant ochracé-carné pâle par la dessication. Odeur agréable, légèrement anisée. Basides 27-36 x 5-6 microns. Spores hyalines, subglobuleuses, 3-5 x 3-4 microns, légèrement apiculées à la base, 1-guttulées.

Habitat: Sur humus de *Picea excelsa* DC. à Francorchamps, sur limon révinien enrobant des blocs de quartzites et de quartzophyllades, le 3-X-1936.

Clavaria corniculata FR. ex SCHAEFFER
Syn.: *Clavaria coralloides* BULLIARD pl. 496 (pro parte: fig. O, Q) (1)

Carpophore de 2,5 à 8 cm. de haut, tenace, jaune d'oeuf, devenant plus terne avec l'âge. Tronc grêle, aminci et plus clair à la base, se divisant 2-3 fois par dichotomies successives. Mycelium blanc. Rameaux cylindriques minces, écartés, terminés par deux ramuscules aigus disposés en croissant. Forte odeur de farine. Basides de 50-60 x 8-9 microns, à stérigmates longs et droits. Spores hyalines apiculées à la base, globuleuses, avec une guttule centrale, 4,5 x 7 microns.

Habitat : Sur un talus de schiste famennien dans une crevasse contenant de l'humus de feuillus, à Chaudfontaine, le 6-12-1936.

Fam. Cyphellacées

Porothelium fimbriatum (PERSOON) FRIES P.595; (4) Qu. p.(9) BOURDOT et GALZIN n° 267 (15).

Carpophore membraneux coriace, largement étalé, pruineux, blanc de neige, à bordure fimbriée et soyeuse. Verrues superficielles, confluentes, poriformes vers le centre.

Basides 15-23-4-6 microns. Spores oblongues, légèrement aplaties sur les côtés et atténuées à la base 4,5-6 x 3-3,5 microns.

Habitat: Récolté sur un tronc d'un petit *Picea excelsa* D C. mort et couché sur le sol dans une plantation de conifères au Mont Rigi, le 8-10-36.

Fam. Corticiacées

Hymenochaete tabacina (SOW) LEV. BOURDOT et GALZIN n° 618 (15).

Stereum tabacinum QUELET FL. p. 15. (9).

Carpophore de petite taille, étalé-réfléchi, presque résupiné, incrustant, fixant les rameaux morts les uns aux autres.

Chapeau mince, tomenteux, marron ou tabac clair, faiblement zoné.

Hyménium brun tabac, bordé de jaune doré, surtout dans le jeune âge. Trame faune jaunâtre traversée de rares spinules obliques brun-faune subulées de 75-110 x 7-14 microns. Basides 15-40 x 3-5 microns. Spores hyalines subcylindriques, légèrement déprimées sur les côtés, 5-7 x 1,5-3,5 microns.

Habitat: Récolté sur des brindilles mortes à la base d'une souche d'Aulne à Spa le 22-XI-1936.

Stereum sanguinolentum (ALB. et SCHW.) FR. FRIES p.640 (4) QUELET p.14 (9) BOURDOT et GALZIN n° 599 - (15).

Carpophore étalés, arrondis puis confluents, à bords libres, parfois réfléchis, blancs.

Chapeau villeux-strigneux, striolé, zoné concentriquement, blanchâtre ou grisâtre pâle, à zones fauvâtres, ondulé-crispé au bord, coriace.

Hyménium gris cendré ou couleur de cuir pâle, parfois strié radialement, à bords blancs et soyeux; se tachant de rouge sang au toucher sur le frais ou quand, sec, on le mouille, puis devenant bistre. Basides de 30-45 x 4-6 microns. Spores hyalines, cylindriques ou oblongues, légèrement déprimées latéralement, 6-9 x 2-3 microns.

Habitat: Récolté sur écorce d'*Epicea* abattu à Banneux, le 11-XI-1936.

Fam. Hydnacées

Calodon cyathiforme (SCHAEFF.) QU.

QUELET, p.445 (9); BOURDOT ET GALZIN n°731 (15)

Syn.: *Hydnum cyathiforme* FRIES, p.606 (4).

Chapeau pouvant atteindre 5 cm. de diamètre généralement confluent, membraneux, aplani déprimé ou cyathiforme, légèrement pelucheux radialement, gris brunâtre zoné de brun noirâtre, marge blanche, disparaissant avec l'âge. De prime abord, sur le terrain, on le prendrait plutôt pour *Phylacteria terrestris*. Aiguillons décurrents, courts, blancs puis grisâtres. Pied grêle, aminci vers la base, glabre, gris clair puis gris fumeux. Chair fibreuse coriace, légèrement zonée, pâle puis grisâtre. Basides 15-24 x 4-6 microns. Spores hyalines, irrégulières, arrondies, finement aspérulées, blanches en tas, 3,5-4,5 microns de diamètre.

Habitat: Sous des Conifères à Waha, sur schistes couviniens en août 1936.

Calodon amicum QUELET, p.444 (9)

Syn.: *Hydnum confluens* PERS.

BOURDOT ET GALZIN n°733 (15).

Chapeau 3 à 7 cm., irrégulier-lobé, enfractueux, tomenteux, gris perle, puis fauve clair à bords blancs. Pied court, s'atténuant vers la base, ce qui donne au champignon l'aspect d'un cône tronqué renversé; fibreux, aranéeux, couvert d'un tomentum fauve pâle. Aiguillons fins et courts, gris-argenté, légèrement teintés d'améthyste ou de lilacin. Chair épaisse, fibreuse, gris pâle, puis fauvâtre; bistre dans le pied, à odeur agréable. Basides 21-33 x 4-5 microns. Spores ovoïdes, finement aspérulées, un peu anguleuses, hyalines ou brun très clair, gris fauvâtre en tas, 3-4,5

microns de diamètre.

Habitat: En cercle ou en groupe dans la mousse des bois de feuillus sur calcaire givetien à Ben-Ahin (Bois d'Ahin) en Juillet 1936.

Calodon velutinum (FR.) QUELET, p.443 (9); FRIES p.604 (4); BOURDOT ET GALZIN n°726 (15).
Syn.: *Hydnum hybridum* BULLIARD, pl.453, fig.II (1)

Chapeau plus ou moins épais, bosselé, velouté tomenteux, brun roussâtre, légèrement plus foncé au centre, marge d'abord pâle puis brune et parfois plus foncée que le reste du chapeau. Aiguillons minces, longs mais atténués vers la marge, bruns, à pointe d'abord incarnate. Pied tantôt épais, tantôt mince, ventru, lacuneux ou ramifié, couvert d'un tomentum brun fauve rouillé, d'épaisseur variable, disparaissant brusquement à la base du chapeau en forment un bourrelet. Chair brune, molle en surface, plus dure vers le centre où elle est légèrement fibreuse, vaguement zonée et brune, l'autre externe, spongieuse, plus claire et portant le tomentum. Spores irrégulières, tuberculeuses, brun-testacé en masse, transparentes sous le microscope, parfois guttulées, 5-7 microns de diamètre.

Habitat: Nous en avons trouvés deux exemplaires parmis les herbes, sur sol siliceux, dans un bois mixte des Biens Communaux de Seraing le 20-X-1936.

Observation: M.L.IMLER a eu l'amabilité de nous envoyer quelques exemplaires de *Calodon velutinum* récoltés en juillet 1936 sous les chênes du Peersbosch; parmi ces exemplaires nous avons remarqué deux forme distinctes que nous appellerons A et B et dont nous donnons ci dessous une description détaillée. La forme A est celle qui est généralement décrite par les auteurs (KONRAD ET MAUBLANC, pl.471)(12), que nous avons récoltée et dont nous donnons un dessin (planche I, fig. A) en grandeur naturelle.

A) Forme épaisse et trapue:

1) Aspect extérieur: Chapeau épais, trapu, 2-4 cm., bosselé, à base plus mince que le sommet du pied, velouté tomenteux, brun roussâtre,

se tachant de roux-briqueté, à la fin brun, se décolorant un peu par la dessication; marge d'abord blanchâtre ou pâle, puis brune; aiguillons fins, plus courts et plus serrés sur les bords, avec pointe incarnate à la fin bruns. Pied renflé, pensu, d'un diamètre parfois plus grand que celui du chapeau, généralement court, parfois allongé cylindrique, formant un bourrelet à la base du chapeau, spongieux, couvert d'un tomentum dense, fauve rouillé.

2) Coupe; La trame du chapeau, légèrement zonée, est molle en surface mais devient dure, fibreuse à mesure qu'on va vers le centre. Cette trame fibreuse composée d'hyphes à parois minces et brunes, parallèles et très serrées, s'enfonce en un cône qui constitue l'axe du pied (planche I, fig. A). Cet axe est enrobé dans une trame moins colorée, spongieuse, lâche, formée d'hyphes entrelacées de 3-5 microns. Cette trame spongieuse forme en surface une mince couche, constituée d'hyphes parallèles et plus serrées, qui porte le tomentum. Celui-ci est presque séparable du reste du pied. Il est composé d'hyphes lâches et entremêlées.

B) Forme mince et ample:

1) Aspect extérieur: Chapeau présentant les mêmes caractères que la forme A, mais plus mince, plus ample (jusqu'à 6 cm.) aplani, bosselé, parfois presque nul, souvent aminci à la base, sans bourrelet à la base du chapeau, subéreux, à peine spongieux, de même couleur que la forme A.

2) En coupe; La chair du chapeau présente les mêmes caractères que dans la forme A, mais le pied est, pour ainsi dire, réduit à l'axe dur et fibreux que nous avons décrit dans la forme A (planche I, fig.B). La trame spongieuse, qui dans la forme A, cause le volume du pied, est ici presque inexistante, à tel point qu'on pourrait croire que le tomentum couvre immédiatement la trame fibreuse.

Basides 24-45 x 5-8 microns. Spores irrégulières, globuleuses, oblongues, verruceuses-tuberculeuses, brun testacé en tas, brun clair et transparentes sous le microscope, parfois guttulées, 5-7 microns de diamètre.

Mycoleptodon ochraceum (FR. ex BULL.) PAT.
BOURDOT ET GALZIN, n°694. (15)
SYN.:*Hydnum pudorinum* FRIES, p.612 (4).
Champignon membraneux coriace, étalé, résupiné, peu adhérent au support, arrondi puis confluent, à bords minces, fimbriés, blancs. Hyménium tapissant des aiguillons allongés, rigides, plus courts à la périphérie, crème ochracé, foncant avec l'âge; se crevassant sur le sec. Basides 12-15 x 3-5 microns. Spores ovoïdes-oblongues, 3-4 x 2-2,5 microns.
Habitat: Récolté sur un rameau mort de *Rubus* sp., dans un bosquet de *Pinus sylvestris* L. à Beaumont (Esneux) sur calcaire givetien le 10-III-1936.

Fam. Polyporacées

Polyporus cristatus FR. ex PERS.
BOURDOT ET GALZIN n°805 (15). KONRAD ET MAUBLANC, T. V, pl.423 (12).
Merisma cristata GILLET, P.692 (6).
Espèce bien connue et très caractéristique par sa couleur verdâtre, très bien figurée par KONRAD ET MAUBLANC.
Habitat: Trouvé en groupe sur le sol, dans un tailli de feuillus, Bois d'Ahin (Ben-Ahin) sur calcaire viséen, le 17-VIII-1936.

Fam. Boletacées

Gyrodon lividus (SACC.ex BULL.)OPAT.
BULLIARD, pl.490 (1).
Chapeau convexe puis plan, parfois contourné, légèrement visqueux, paille, taché de bistre. Pied dilaté en haut, soufre-pâle, puis taché de vert et de roux. Tubes courts, pores grands, dentelés, jaune-soufre, puis verdoyants. Chair molle douce, crème puis pourpre pâle, verdissant à la cassure. Spores ovoïdes, 6 x 7 microns.
Habitat: Récolté sous les feuillus à Ben-Ahin (Bois d'Ahin) sur calcaire viséen le 3-X-1936 et sous les hêtres au Roerbusch (Sourbrodt) sur limon révinien le 8-X-1936.
Boletus porphyrosporus FR.
MICHAEL ET SCHULZ, T.III, n°283 (14).

Chapeau 10 cm. hémisphérique, convexe, puis étalé, fuligineux, présentant l'aspect d'un vieux scaber, velouté, noicissant au toucher. Pied concolore au chapeau, cylindrique, épais, velouté. Chair épaisse, molle (contrairement à ce que dit Maublanc 1921, p.55), noircissant fortement au toucher. Pores gris-olivâtre ou gris-purpurin, amples, anguleux, brunissant ou verdissant au toucher, (tachant le papier en vert-émeraude d'après QUELET , p.426)(9). Spores pourpre-violet, fusiformes allongées, 3-guttulées, 15-17 x 5-8 microns.

Habitat: Dans une sapinière à Werbomont sur limon révinien couvrant une couche d'argile blanche à silex éclatés, le 26-VII-1936.

Boletus holopus ROST.

Syn.: *Boletus scaber* var. *niveus* FRIES
GILLET, p.637 (6); KONRAD, p.150 (18).
Krombholzia nivea GILBERT, P.118 et 184 (16).

Chapeau 5 cm., charnu convexe, légèrement pubescent, visqueux par temps de pluie, blanc de neige, légèrement vert-grisâtre au centre; marge légèrement débordante. Tubes libres assez longs, blancs puis gris-verdâtre clair; pores petits, ronds, blancs puis gris-verdâtre. Pied plein, 2-3 fois le diamètre du chapeau, souvent aminci au sommet, épaissi et généralement en crosse à la base, blanc, vert de gris par temps humide, surtout à la base, couvert de flocons concolores très serrés au sommet. Chair épaisse, ferme, un peu fibreuse dans le pied, blanche, devenant gris-verdâtre surtout dans le pied. Spores jaunâtre, transparentes sous le microscope, brun ochracé en tas, elliptiques, allongées, guttulées 16-19 x 5-6 microns.

Habitat: Dans un bosquet très clair, à sol marécageux, au voisinage de *Sphagnum*; terrain bourré de quartzites, quartzophyllades et arkoses, au lieu dit "Petite Fagne" Pery (Forêt), le 14-IX-1936; récolté aussi au bord du Xhamsterbach parmis les *Sphagnum* sous une association de *Salix cinerea*, *Alnus glutinosus* et *Rhamnus frangula*, sur limon révinien, quartzites et quartzophyllades, près d'Ovifat, le 5-IX-1936.

Boletus pulverulentus OPAT.,KONRAD etMAUBLANC V, pl. 411; (12).Chapeau convexe, parfois déprimé au centre 4 à 8 cm. épais, ferme; cuticule tomenteuse, douce au toucher,un peu visqueuse par temps humide,café au lait ou brûnâtre se tachant de brun ou de rouge quelquefois bistre, Tubes adnés plus ou moins longs, jaune-verdâtre, bleuissant très rapidement à la coupe;pores jaunes puis jaune-verdâtre,assez grands, assez irréguliers, bleuissant instantanément au toucher, puis devenant brun-rouge ou bistre Pied de forme variable, souvent atténué à la base, plein, ferme, pubescent dans la jeunesse, jaune au sommet, brun et pointillé de pourpre-foncé en dessous, se tachant de bistre-noir au toucher, s'assombrissant avec l'âge.Chair tendre, jaune, bleuissant rapidement à la cassure devenant à la fin rouge, souvent vineuse à la base du pied. Spores ochracées en tas, jaunâtres sous le microscope, oblongues, apiculées à la base, guttulées, 11-14 x 3,5-5 microns.

Habitat: Une colonie dans l'herbe au bord d'un chemin à l'orée d'un bois où le sol se montre formé **d'une mince couche de tourbe couvrant une argile blanche à silex dans laquelle pénètre le mycélium.** **Werbomont 26-VII-1936.**

Boletus parasiticus FR.
ex Bull.MICHAEL et SCHULZ.III - 276 (14)Bull.(1)
Chapeau 3 à 4 cm.glabre, lisse, se craquelant, jaune légèrement brunâtre. Tubes légèrement décurrents, courts, ronds, amples, jaune d'or, brunissant légèrement. Pied recourbé sous le scléroderme, fibrilleux, jaune-sale, couvert de petits flocons fauvâtres. Chair ferme,jaunâtre. Spores elliptiques allongées 12-15 x 4-5 microns.

Habitat: Sur Scleroderme aurantium dans le bois de Beusdale à Teuven le 9 Août 1936.

Fam. PAXILLACEES

Paxillus panuoides (FRIES) Syn. *Crepidotus lamellirugus* (De CAND.)MICHAEL et SCHULZ II. 261 (14). Carpophore de 2 à 5 cm. sessile.

Chapeau mince, mou, conchoïde, à bord ondulé, bai-jaunâtre puis fauve sale, tomenteux-soyeux. Lamelles minces, rameuses, ondulées-crispées, inégales, formant des alvéoles à la base, jaunes puis brun-cannelle. Spores ellipsoïdes, déprimées d'un côté, légèrement apiculées, 2-3 guttulées, jaune brunâtre clair, 5-6 x 3-3,5 microns.

Habitat: Espèce rare; nous en avons récolté deux exemplaires sur une souche de conifère; Banneux, le 11-11-1936.

Fam. Russulacées

Lactarius flexuosus (FRIES)MICHAEL et SCHULZ p. 216. (14). Carpophore de grande taille, 6 à 20 cm. Chapeau ample, convexe puis déprimé, festonné ondulé, parfois lobé avec l'âge, gris de plomb, zoné de brun-violacé, à marge plus claire enroulée dans le jeune âge, floconneux ou pubescent, un peu rugueux au centre. Lamelles épaisses, dichotomes, arquées, couleur chair puis ochracé-rouillé. Pied plein assez court, trapu, légèrement renflé à la base, parfois lacuneux finement pubescent, couvert d'une pruine blanche au sommet, gris ochracé à la base, parfois teinté de violacé. Chair dure, granuleuse, blanche, à lait blanc très âcre. Spores subglobuleuses, jaune-citron très pâle, 1-guttulées à parois épaisses, échinulées, 7 à 8 microns.

Habitat: Espèce rare, récoltée dans une prairie en lisière d'une sapinière à Tancrémon(Cohlencien) le 11-11-1936. La station était assez étendue.

Fam. Agaricacées

Rhodopaxillus nudus (FRIES Emend.QUELET) R.MAIRE var.*liluceus* (QUELET) QUELET Fl.Myc., p. 271 (9) Carpophore de petite taille jusque 5 c. Chapeau charnu, ferme, convexe à marge enroulée, puis plan, parfois fendu glabre, humide, violet-bleuâtre, pâlissant légèrement avec l'âge. Lamelles étroites, minces, séparables, émarginées, d'un violet plus clair que le chapeau. Pied plein, fibreux, bulbeux, concolore au chapeau. Chair douce, violet-lilacin jaunissant légèrement à la base du pied. Spores ellipsoïdes hyalines, lilas-

pâle en masse, 1-guttulées, échinulées, 7 x 4 microns.

Habitat: Parmis les mousses dans une sapinière humide, parsemée de calcaire givetien, à Marenne 15-11-1936 *Tricholoma leucocephalum* FR.non BUL. FRIES pl. 43 f. 2; (3) QUELET p. 270 (9).Carpophore de taille moyenne, 5 à 6 cm. Chapeau charnu d'abord très convexe, puis plan à marge étalée et nue, glabre, blanc-mat, humide et luisant comme la porcelaine,par temps de pluie.Lamelles nombreuses, serrées, blanches, aiguës à la marge, libres et minces. Pied creux,cartilagineux, glabre, blanc.Chair mince, ferme, blanche, à odeur de farine fraiche. Spores ovoïdes,pruniformes, hyalines, finement aculéolées 6 microns.

Habitat: Cette espèce qui a l'aspect d'un Collybia était groupée sur des tas de foin et de détritus en décompositions déposés par les habitants à la lisière d'un bois à Sainval (Tilff) le 25-10-1936.*Tricholoma irinum* (FR.)QU. QUELET p. 270; (9). Carpophore de grande taille, jusque 12 cm. Chapeau charnu, ferme, convexe puis étalé, bosselé, glabre, mat, ochracé pâle à marge enroulée plus pâle.Lamelles adnées, crèmes, serrées et séparables.Pied plein,fibreux, cassant, égal, striolé, concolore mais plus pâle couvert d'une pruine blanche au sommet.Chair épaisse, spongieuse, blanchâtre, goût très agréable, rappelant celui de*Tricholoma Georgii,* odeur fine, d'iris ou de violette.Spores hyalines par transparence sous le microscope, saumon-jaunâtre-pâle en tas, ellipsoïdes, apiculées,lisses 7-9 x 4-5 microns.

Habitat: Nous n'en connaissons qu'une seule station, découverte par M.P. BAAR dans un bois de feuillus très clair à Ben-Ahin sur calcaire viséen Ravin de Solière le 10-10-1936. *Cystoderma cinnabarinum*(SECRETAN ex ALBERTINI et SCHWEINITZ) FAYOD. Syn.: *Lepiota granulosa* subsp. CINNABARINA. QUELET,p.295 (9) Boud.pl. 15 (10). Champignon de taille moyenne de 3 à6 cm. Chapeau mince, plus charnu au centre, campanulé puis plan, orangé briqueté vif, couvert de granulations concolores, marge portant dans le

jeune âge des débris de l'anneau. Lamelles larges serrées, adnées, blanches. Pied creux ou farci d'une moëlle blanche, jaune, teinté d'orangé, muni d'un anneau et couvert sous celui-ci de petites squamules concolores au chapeau. Chair blanche, orangé-rougeâtre sous la cuticule et sur le pied. Spores très petites, blanches à contenu granuleux, ovoides, 5-6 x 2,5-3 microns.

Habitat: Cette espèce est très rare; elle n'est pas citée par LAMBOTTE (7). Nous en avons trois exemplaires, récoltés sur un talus humide, de limon révinien, mêlé de quartzites et quartzophyllades, dans une sapinière au bord de la route de Francorchamps à Malmédy (Côte de Burnenville) le 20-XI-1936.

Observation: La planche 15 de BOUDIER (11) est remarquable d'exactitude et de beauté.

Mucoria cucumis (FRIES ex PERSOON) GILLET
FRIES, p.255 (4); GILLET, p.545 (6).
Syn.: *Agaricus pisciodorus* CESATI FRIES, p.208 (4)

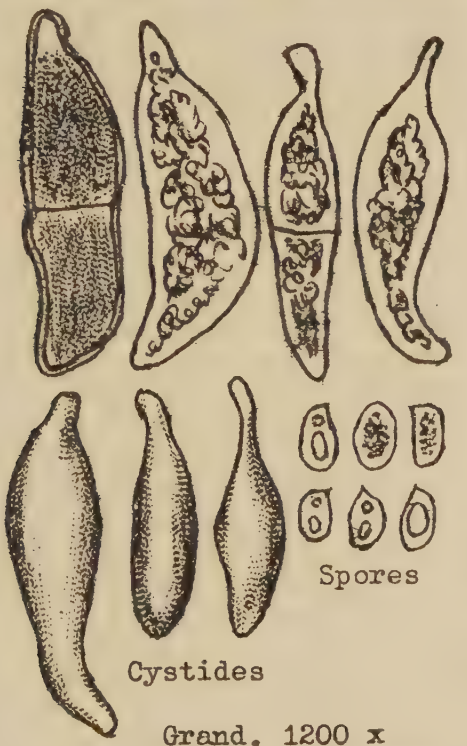
Carpophore de petite taille (2-3 cm.). Chapeau mince, convexe puis presque plan, mamelonné, de 1 à 3 cm. de diamètre, glabre ou légèrement pruineux, hygrophane et très mince à la marge ou il laisse voir les lamelles par transparence, brun-fauve ou brun-rougeâtre, plus pâle au bord. Lamelles nombreuses, assez serrées, inégales, presque libres, ventrues, jaunâtres, roussâtre à la fin. Pied grêle, solide, élastique, mat et parfois finement soyeux, soyeux laineux à la base, farci d'une moëlle lâche et alvéolaire, puis creux. Chair humide, de la même couleur que les diverses parties, à odeur de poisson pourri et d'huile de foie de morue. Spores ocracé-rougeâtre, très pâles sous le microscope, lisses, ovales, légèrement déprimées d'un côté, apiculées, à contenu granuleux, 7,5-8,5 x 3,5-4,5 microns. Arête des lamelles hétéromorphe, constituée de cellules nombreuses, renflées à la base et très aigües au sommet, hyalines, à contenu parfois granuleux, principalement au sommet, 35-90 x 12-18 microns.

Habitat: Sous un amas de branches de *Picea excelsa* couvrant un tas de feuilles et d'aiguilles

de conifères, en lisière d'un bois, sur calcaire givetien à Marenne le 15-XI-1936.

Pholiota adiposa (FRIES) QUELET
KONRAD et MAUBLANC, I, pl.75 (12).

Carpophore de grande taille, jusqu'à 10 cm. Chapeau charnu, d'abord convexe puis étalé-plan, gardant souvent un petit mamelon au centre, à marge déchirée et sinueuse, légèrement visqueux par temps humide, couvert de squames caduques, brun-rouillé sur un fond d'un beau jaune doré puis jaune rouillé avec un léger reflet verdâtre. Pied farci puis creux, surtout au sommet, cylindrique, un peu aminci vers le bas, jaune-brunâtre en haut, plus fonçé à la base, recouvert de mèches concentriques brunâtres qui forment au sommet un anneau très fugace. Chair épaisse, surtout au centre, devenant très mince et presque transparente à la marge, d'un beau jaune vif dans le chapeau, plus foncée dans le pied, de saveur douce, inodore. Spores elliptiques allongées, un peu déprimées d'un côté et finement apiculées, fauve-clair sous le microscope 1-3 guttulées, 5,5 -6,5 x 3-4 microns. Cystides en massues ou fusiformes à contenu granuleux, fauves, parfois cloisonnées transversalement et dans ce cas incolores dans la portion basale, 25-40 x 7,5-11,5 microns.



Habitat: Sur souches de hêtre dans les bois de Sainval (Tilff) le 25-X-1936 et sur hêtre également à Tancrémont, le 11-XI-1936.

Pholiota dura (FRIES ex BOLTON) QUELET
FRIES, p.216 (4); QUELET, p.97 (9).

Carpophore de grande taille, jusqu'à 16 cm. Chapeau épais et ferme, convexe puis plan de 4 à 12 cm. de diamètre, blanc de lait, parfois un peu jaunâtre, ridé-cérébelleux, se crevassant avec l'âge, surtout à la marge, où subsistent des débris de l'anneau. Lamelles nombreuses, serrées, ventrues, sinuées, adnées, pâles, puis devenant brun-olivâtre, très finement denticulées sur l'arête. Pied plein, ferme un peu épaissi à la base ou un peu radicant, devenant farci d'une moëlle spongieuse d'un blanc pur, gardant quand on l'arrache, des cordons rhizomorphoïdes blanc crême; fibrilleux, se crevassant blanc puis crême; anneau ample arranéeux, ne subsistant que sous la forme de petites fibrilles appliquées au sommet du pied. Chair épaisse, jaunâtre pâle, blanche au centre du pied, avec une ligne plus foncée au dessus des lamelles. Spores pruniformes, tronquées à la base, à pore germinatif, jaune-ochracé pâle, 1-3 guttulées, 7-8,5 x 4-5,5 microns. Cystides sur les faces et l'arête des lamelles, hyalines, à contenu granuleux, ventrues, en forme de carafon, 30-50 x 12-20 microns.

Cystides 1200x

Habitat: Récolté sur schistes à La Geize le 15-VI-1936 et dans un champs de pommes de terre à Omal, sur limon hesbayen le 19-VI-1936.

Psalliota haemorrhoidaria (SCHULZER et KALCH.)
SCHULZER et KALCHBRENNER, Heft II, p.29 tab. XVIII, fig. 1 (5).

Carpophore d'assez grande taille, jusqu'à 10cm. Chapeau charnu convexe à marge souvent rabattue, aplati au sommet, enfin plan, jusqu'à 12 cm. de diamètre, blanc sâle ou un peu jaunâtre, couvert de nombreuses squames grisâtres, surtout vers le

bord, le centre étant lisse. Lamelles serrées, libres et même séparées du pied par un sillon creusé dans la chair du chapeau, atténuées aux deux extrémités, gris-rosé dans le jeune âge, passant à l'incarnat puis au brun rougeâtre. Des débris de l'anneau rendent la marge floconneuse. Pied plein, puis très rapidement creux, épais, ferme, cylindrique et parfois un peu soyeux, blanc au dessus de l'anneau, grisâtre en dessous et parfois un peu fibrilleux; anneau ample, floconneux en dessous, laissant fréquemment des fragments à la marge du chapeau, souvent fugace. Chair épaisse, blanche, à odeur agréable, devenant dès qu'on la brise d'un beau rouge sang, surtout dans le pied, ou il suffit d'enfoncer l'ongle ou une pointe de couteau pour provoquer immédiatement cette coloration. Spores brun-rougeâtre sous le microscope 1-2 guttulées, lisses, ovoïdes, légèrement déprimées sur une face, apiculées, 6-7 x 3,5-4 microns.

Habitat: En lisière d'un bois de *Picea excelsa* et même dans la prairie voisine à Tancrémont (Coblencien) et dans un bois de conifères à Sainval, sur schistes gréseux le 25-X-1936.

Observations: Le chapeau de nos exemplaires n'est guère si coloré que ceux figurés par KONRAD et MAUBLANC, pl.28 (12), et le centre n'en est nullement squamuleux, tout au contraire, car ce sont les bords qui le sont le plus, à l'opposé de ce que disent ces auteurs. En plus, le pied se creuse très tôt. Nous n'avons pas vu les cellules marginales que ces mêmes auteurs ont observées sur l'arête des lamelles.

Rutinus caninus FR. ex HUDSON
ROLLAND, pl.108 n°244 (11).

Volve oblongue, ample, parfois étranglée en son milieu, blanc sale. Pied orangé vif au sommet et passant graduellement au blanc vers la base, grêle, creusé d'une infinité de petits trous, 5 à 7 cm. de hauteur. Hyménium porté par le sommet du pied, constitué par un mucilage brun-olivâtre. Spores elliptiques allongées, vert bleuté, de 4-5 x 2-2,5 microns.

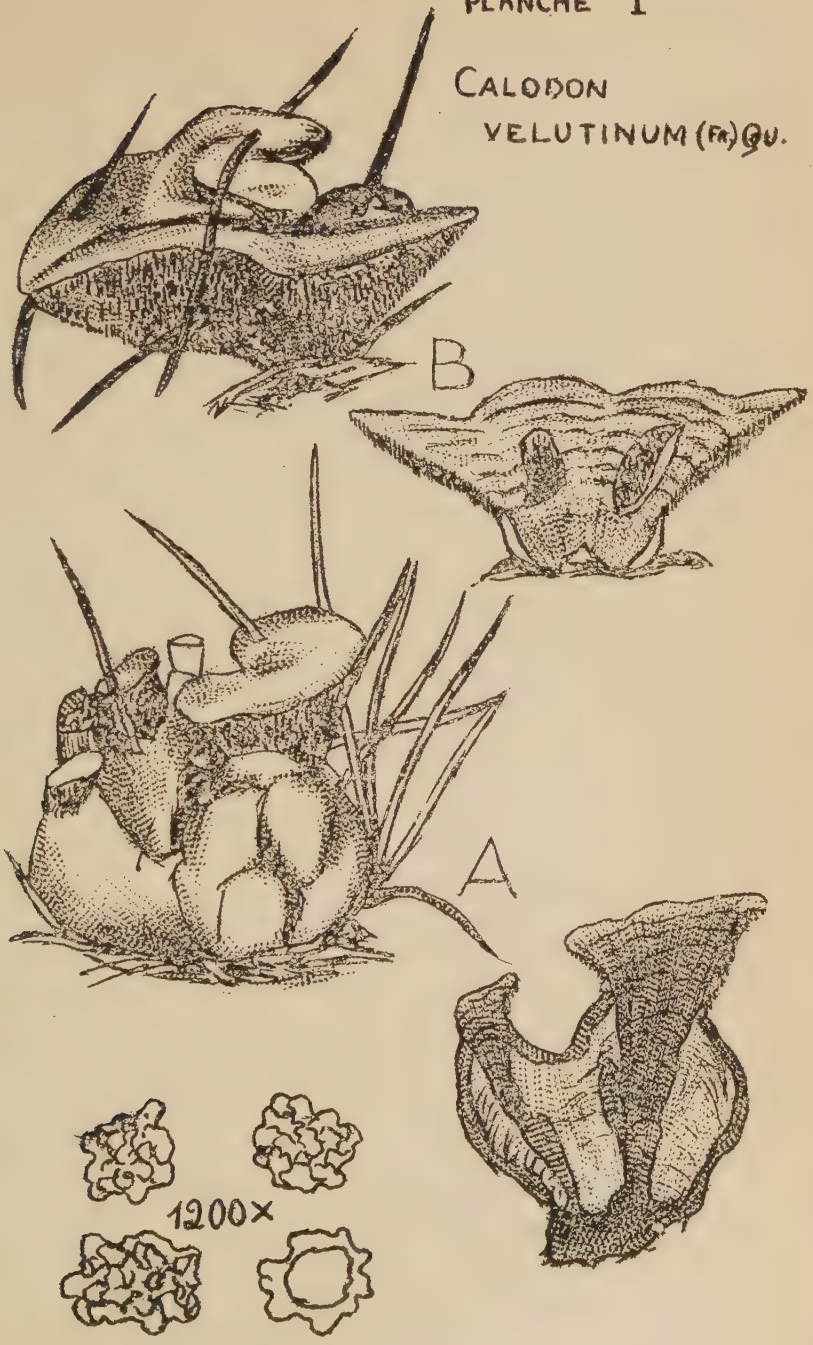
Habitat: Dans des bois de feuillus, à La Gleize le 2-VII-1936 et à Néblon le Pierreux, sur une souche de feuillus en décomposition, parmis la mousse qui la couvrait, le 9-VII-1936 ; enfin à La Heid des Chênes (Gomzé-Andoumont) le 2-XI-1936; cette dernière station que nous avons pu explorer en détail, était constituée par une grosse souche de chêne (?) pourissante. Les carpophores assez nombreux naissaient à l'abri d'une anfractuosité de cette souche. Les filaments mycéliens très gros et d'un beau blanc s'enfonçaient profondément dans ce terreau mêlé de quelques feuilles de chênes. Nous avons ramené en laboratoire ce mycelium qui repiqué en vase clos a vécu sur terreau plusieurs mois, a formé des "oeufs" donné quelques carpophores, puis est mort. Nous l'avions repiqué sur gélose-pruneaux où il s'est parfaitement développé, donnant des prolongements mycéliens en pattes d'oie, très caractéristiques, mais nous n'avons pas, sur ce milieu, obtenu de carpophores;

Laboratoire de Morphologie végétale
et de
Systématique

Université de Liége
10 juin 1937

PLANCHE I

CALODON VELUTINUM (FR.) QU.



BIBLIOGRAPHIE

1) 1792-93.BULLIARD. Herbier de la France.

2) 1861-65 L. et C. TULASNE. Selecta Fungorum Carpologia.

3) 1867 E. FRIES. Icones Selectae Hymenomycetum.

4) 1874 E. FRIES. Hymenomycetes Eur.

5) 1874 SCHULZER und KALCHBRENNER . Icones Selectae Hymenomycetum.

6) 1878 GILLET Champignons de France.

7) 1880 E. LAMBOTTE. Flore Mycologique de Belgique

8) 1882 P.A. SACCARDO.Sylloge Fungorum.

9) 1888 QUELET.Flore Mycologique.

10) 1910.L.ROLLAND.Atlas des champignons de France,Suisse et Belgique.

11) 1905-1910 E.BOUDIER. Icones Mycologicae.

12) P.KONRAD et A.MAUBLANC. Icones Selectae Fungorum.

13) 1927 A.MAUBLANC.Champignons de France 2°édition.

14) 1927 Ed.MICHAEL und Rom.SCHULZ.Führer für Pilzfreunde 3° édition.

15) 1927 H.BOURDOT et A.GALZIN. Hyménomycètes de France.

16) 1931 GILBERT.Les Bolets (Les livres du Mycologue)

17) 1932 BRESSADOLA.Iconographia Mycologica.

18) 1932 P.KONRAD.Bull.Mens Soc.Linn.Lyon I,n°10.

19) 1936 W.NEUHOF. Die Pilze Mitteleuropas Bd II. Die Gallerpilze (Tremellineae).

BULLETIN DES BOTANISTES LIEGEOIS T.I

Fascicule 5

A. MONOYER

PARCOURS DES FAISCEAUX chez EPHEDRA FRAGILIS DESF.

var. CAMPYLOPODA (C. A. MEYER) STAPF

Editions J.D.L.

1937

La position systématique des Ephedra a toujours été très discutée.

Aujourd'hui encore, le genre Ephedra reste énig. matique et cela malgré de nombreux travaux qui s'étendent sur une période de plus de cinquante années.

On se rendra compte du nombre de ces travaux et de l'importance du problème en consultant la dernière édition (1926) du Pflanzenfamilien de ENGLER et l'importante Thèse de L. GEORGE (13) publiée en 1930, ouvrages auxquels nous renvoyons pour l'ensemble de la bibliographie et l'historique de la question.

Nous nous contenterons ici de rappeler brièvement les principales opinions émises sur la parenté des Ephedra et aussi des Gnétales, ordre auquel appartient le genre Ephedra.

HALLIER (1) (1901) dans un premier travail estime que les Gnétales doivent être retirées des Gymnospermes et reportées parmi les Dicotylédones dont elles constitueraient les derniers représentants d'un groupe disparu, à placer près des Loranthacées et Santalacées.

Dans un second travail (1903), le même auteur (2) replace les Gnétales dans les Gymnospermes.

SCHUSTER (3) (1911) affirme que les Gnétales sont de vraies Gymnospermes.

LIGNIER et TISON (4) (1911) dans un premier mémoire, considèrent les Gnétales comme des Angiospermes apétales; dans un deuxième mémoire(5) (1912), ces auteurs pensent trouver chez une Gnétale, le *Welwitschia mirabilis* Hook. des caractères proangiospermiques qui doivent le faire considérer comme la base du phylum qui a donné naissance aux Angiospermes.

Enfin dans un troisième mémoire (8) (1916) LIGNIER et TISON s'attachent à démontrer l'existence chez les Ephedra, d'une structure médulloséenne. THOMPSON (6) (1912) constate que les cordons vasculaires doubles des Ephedra ressemblent à ceux du Gingko et des Cycadées, plus qu'aux cordons simples des Bennettitales.

MEZ (7) (1914), grâce aux méthodes si intéres

santes des séro-réactions croit pouvoir affirmer que les Gnétacées, tout comme les Conifères, proviennent des Lycopodiacées.

CHODAT (9) (1920) séparant les *Ephedra Tumboa* et *Gnetum* des autres Gymnospermes, crée pour ce groupe la classe des Saccovulées.

ENGLER (11) (1926) place les Ephedra dans la dernière classe des Embryophytes siphonogames près des Conifères.

PEARSON (12) (1929) qui a le mieux étudié le parcours des faisceaux chez Ephedra constate que leur course se rapproche plus de celles qui existent chez les Conifères et les Dicotylédones que de celles qu'on trouve chez les Cycadées et les Bennettitées.

Enfin LAVIER-GEORGE (17)(1935) estime que les Ephedra ont conservé, au moins dans leur tige, la plupart des caractères gymnospermiques.

Si l'on considère l'ensemble de ces travaux, on constate que la plupart des auteurs se sont attachés presqu'exclusivement aux caractères floraux ou à l'histologie des tissus.

Les quelques anatomistes qui ont essayé d'établir le parcours des faisceaux, se sont en général, borné au parcours des faisceaux dans la fleur et lorsqu'ils se sont occupés de la tige, c'est souvent, faute de matériel vivant, d'une façon fort sommaire et sans utiliser une nomenclature bien définie.

Disposant d'un matériel vivant, grâce aux individus cultivés dans les Serres de l'Institut de Botanique de l'Université de Liége, nous avons cru utile d'essayer de trouver dans le parcours des faisceaux de la tige, certains caractères propres à départager tant d'opinions diverses émises à propos des Ephedra.

C'est dans ce but que nous avons entrepris ce travail, sans nous dissimuler que, dans une question si difficile, notre contribution ne sera évidemment qu'un apport bien modeste.

Nous cherchons seulement notre justification dans l'emploi qui sera fait, pour la première fois chez les Gnétales, des unités vasculaires établies par A. GRAVIS.

1. METHODE

Ainsi que nous l'avons fait dans l'étude du *Ginkgo biloba* (13); c'est dans des jeunes pousses d'un an que nous rechercherons le parcours des faisceaux de l'Ephedra.

En effet, dans des pousses plus âgées, l'individualité des faisceaux est masquée par la formation des tissus secondaires.

Au contraire dans les pousses jeunes, les faisceaux sont bien distincts les uns des autres et on peut même, ainsi que nous le montrerons dans une note ultérieure, distinguer histologiquement les différentes catégories de faisceaux qui constituent le modèle vasculaire.

Nous avons exécuté des coupes successives de haut en bas, en partant du sommet végétatif, (numérotation de bas en haut suivant l'ordre différenciation, le segment le plus inférieur étant désigné par n).

Le nomenclature utilisée est celle définie par A. GRAVIS (16).

Disons à ce propos qu'il est regrettable que certains auteurs se refusent absolument à adopter dans leurs travaux une nomenclature raisonnée, ce qui rend difficile la lecture de leurs mémoires. Chose étonnante et qui dans d' autres sciences ne serait certes pas admise, les jeunes anatomistes semblent souvent ignorer qu'il existe, en anatomie végétale, des unités définies et subordonnées et qu'on ne peut décrire valablement une structure vasculaire sans les utiliser ou sans, au préalable, expliquer pourquoi on les rejette.

Ainsi certains travaux actuels nous apparaissent comme écrits à la période héroïque de l'anatomie végétale, avant les BERTRAND, CHAUVEAUD et GRAVIS.

L. GEORGE (13), dont le mémoire n'avait du reste pas pour objet l'étude vasculaire des Ephedra, s'exprime comme ceci: "Les faisceaux conducteurs sont au nombre de dix, deux paires de grands, deux groupes de trois petits opposés".

Que sont ces faisceaux? sont-ils équivalents? d'où viennent-ils; ont-ils le même parcours?

Combien d'entre-noeuds parcourent-ils?
Comment se terminent-ils?

Ce sont les principales questions auxquelles les anatomistes de l'Ecole de Liége ont accoutumé de répondre, ce qui leur a permis d'établir les types d'architecture vasculaire de tant de groupes végétaux.

Loin de dénier toute signification systématique, aux caractères histogiques purs on doit cependant les considérer, comme secondaires au point de vue de l'établissement des types vasculaires végétaux: Ces caractères histologiques tels que aspect des cellules, sphérique , prismatique , en palissade, sur un ou plusieurs rangs, grands ou petits méats etc., sont en effet fort influencés par les conditions biologiques (intensité lumineuse, humidité etc.) ainsi que nous l'avons montré à propos des Scirpus(15).

Quant au contenu cellulaire il est moins utile encore à observer et c'est une règle de commencer par s'en débarasser au grand étonnement de certains histologistes peu au courant des méthodes botaniques modernes.

2. Coupes dans le bourgeon

Les coupes successives dans le bourgeon montrent (Pl.IIfig.1)que chaque feuille possède trois nervures: une médiane M et deux latérales L et L; autrement dit la formule foliaire de chaque feuille est (LML).

A chaque noeud il existe deux feuilles opposées; la formule foliaire de chaque noeud sera donc, au moins,

$$\begin{matrix} (L\ M\ L)^{n+1} \\ | \\ (L\ M\ L)^{n} \end{matrix}$$

C'est-à-dire comprendra, au moins, 6 faisceaux.

Des coupes successives dans le noeud montrent que ces six faisceaux, après avoir pénétré dans la zone corticale, se rapprochent rapidement de l'axe de la tige en même temps qu'ils s'unissent par un arc vasculaire horizontal d'entrée (voir schéma du parcours pl. III).

Quelques 10μ en dessous du niveau précédent

cet arc vasculaire d'entrée cesse et les 6 faisceaux foliaires sont à nouveau bien séparés.

3. Coupes dans l'entre-noeud

Des coupes successives dans l'entre-noeud montrent que les faisceaux descendent parallèlement dans la tige un segment complet, arrivent au noeud inférieur où ils s'anastomosent avec, quatre gros faisceaux sympodiques marqués S (pl.II, fig. 2 et pl.III).

Ces quatre faisceaux sympodiques S sont ceux qualifiés de " deux paires de grands" par L. GEORGE. Cependant c'est seulement en apparence qu'ils forment "des paires"; en réalité les feuilles étant opposées décussées, la"paire" change de composition à chaque noeud: les groupes sympodiques frontaux donnant chacun un faisceau pour former les groupes latéraux du noeud inférieur, et cela de telle manière que, face à chaque rentrée de trace foliaire, se présente un groupe de deux faisceaux S.

La formule foliaire de chaque segment est donc

$$(L\ M\ L)^{n+1}$$

$$(L\ M\ L)^{n}$$

En résumé l'architecture vasculaire de *Epeara fragilis* est caractérisée par l'existence de deux traces foliaires complètes dans toute la largeur de chaque entre-noeud, ces deux traces accompagnant quatre faisceaux sympodiques.

Cette structure est donc bien différente de celle que nous avons rencontrée chez *Ginkgo biloba* L. (15).

Le parcours chez *Ginkgo biloba* rappelle, en somme, la structure que nous considérons comme primitive chez les monocotylées (type Palmier)10.

Au contraire *Epeara fragilis*, par le petit nombre de traces foliaires situées dans chaque

entre-noeud et par l'existence de faisceaux sympodiques, présente des caractères vasculaires plus évolués mais qui cependant sont des caractères de dicotylées.

Nous sommes donc pleinement d'accord; en ce qui concerne *Equisetum fragilis*, avec PEARSON (12) et L. GEORGE (13).

Laboratoire de Morphologie végétale
et de Systématique
UNIVERSITE DE LIEGE

13 juin 1937

1. 1901 - HALLIER. Ueber die verwandtschaft-
verhaltnisse des Tubifloren
und Ebenalen, der polyphy-
letischen Ursprung der
Synpetalen und Apetalen und
die Anordnung der Angios-
permen uberhaupt. Abh. naturw.
Ver. Hamburg, XVI.

2. 1903 - HALLIER. Beitr. Z. Morphogenie des Sporop
Sporophyll und des Tropo-
phyll in Beziehung Zur
Phylogenie der Kormophyten.
Jahrb. Hamb. Wiss. Amt. t. XIX.

3. 1911 - SCHUSTER. Welwitschia und die Bennet-
titales. Sw. Vet. Akad. Handl.
Bd. XLVI, n°11. Stockholm.

4. 1901 - LIGNIER et TISON. Les Gnétales sont
des Angiospermes apétales.
C. R. Acad. Sc. p. 201.

5. 1912 - LIGNIER et TISON. Les Gnetales, leurs
fleurs et leur position
systematique. Ann. Sc. Nat.
9e serie, t. XVI.

6. 1912 - THOMPSON. The anatomy and relation-
ships of the Gnetales.
Ann. of Bot. XXVI.

7. 1914 - MEZ. Serodiagnostische Untersu-
chungen uber die Verwandt-
schaften innerhalb der
Pflanzengruppe der Parie-
tales. Beitr. Biol. Pflanzen
t. XII.

8. 1916 - LIGNIER. La structure medullosée nne
chez les Ephedra. Bull. Soc.
Bot. Fr. 63 p. 47.

9. 1920 - CHODAT. Principes de Botanique. Genève.

10. 1925 - MONOYER. Anatomie du Cocos botryphora Mart. Mém. Acad. Roy. Belg. Sc. in 8° t. VIII.

11. 1926 - ENGLER. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. p. 409, Leipzig.

12. 1929 - PEARSON. Gnétales. Cambridge University Press.

13. 1930 - L. GEORGE. Contribution a l'étude des Gnétales. Faculte des Sciences de Paris, Nancy.

14. 1933 - MONOYER. Contribution a l'Anatomie du Genre Scirpus. Mém. Soc. Roy. Sciences 3e série, tome XVIII p. 77 et 78.

15. 1934 - MONOYER. Contribution a l'Anatomie du Gingko biloba L. A.F.A.S. C.R. 58e session, p. 156. Congrès de Rabat.

16. 1934 - A. GRAVIS. Théorie des Traces foliaires. Acad. Roy. Sc. Belg. in 8° t. XII.

17. 1935 - LAVIER-GEORGE. Les affinités des Gnétales. Bull. Scient. de Bourgogne IV p. 29 - 34 Dijon.

==========

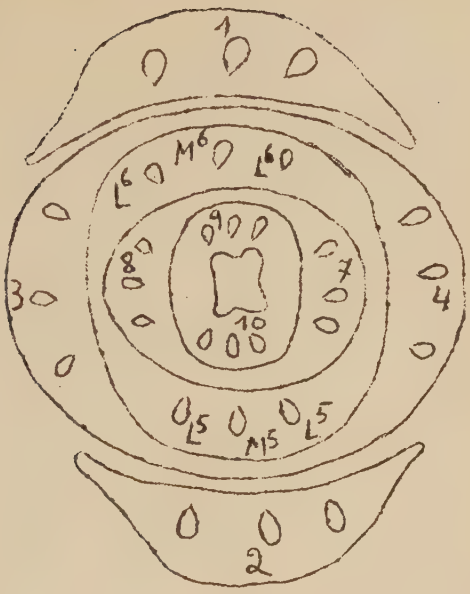


Fig. 1 $\frac{55}{1}$

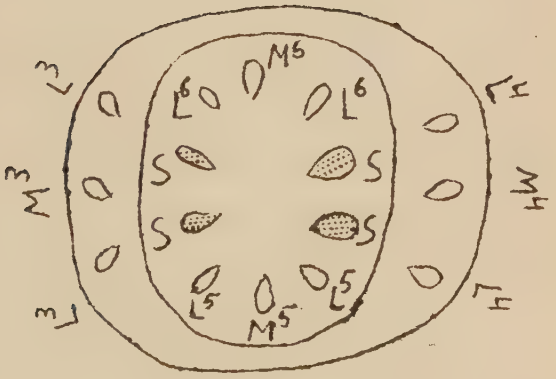
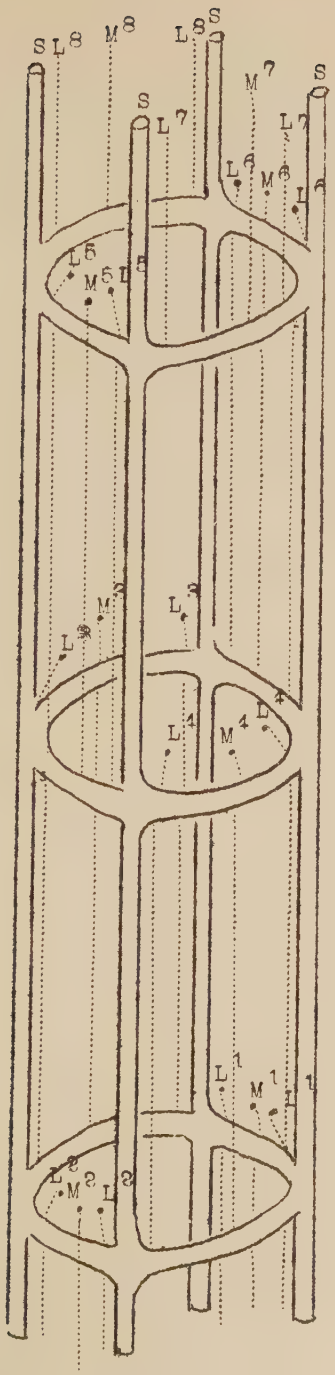


Fig. 2 $\frac{55}{1}$

Pl. II *Ephedra fragilis*



Pl. III *Epneara fragilis*

BULLETIN DES BOTANISTES LIEGEOIS T.I

Fascicule 6

J. MOUREAU

Une NOUVELLE STATION de TRAMETES SUAVEOLENS (L.)FRIES

Editions J.D.L.
1937

Le 3 novembre 1935 nous avons découvert à Pellaines (Province de Liége) une nouvelle station de *Trametes suaveolens*(L.)FR. Elle était très importante et son étendue s'était encore accrue quand nous y sommes retournés le 27 décembre 1936. *Trametes suaveolens* (L.) FR. croissait en abondance sur le tronc d'une dizaine de *Salix alba* L. vivants, au bord d'un fossé d'irrigation, à une centaine de mètres du pont qui enjambe la Petite-Geete près du moulin à eau. A cet endroit la rivière coule en terrain crétacé du niveau Maestrichtien couvert d'une mince couche de limon Hesbayen.

Certains saules étaient littéralement couverts de carpophores imbriqués, parfois soudés entre-eux. La pourriture blanche développée par le mycélium est très active et rend le bois léger et spongieux. Il n'est pas rare qu'en arrachant un carpophore on enlève en même temps l'écorce et une partie du bois de l'hôte.

Afin qu'il ne subsiste aucun doute sur l'identité de l'espèce qui nous occupe nous en donnons une description détaillée:

Chapeau de 5 à 10 cm., blanc crême ou grisâtre pâle, parfois chamois très clair sur les bords (surtout en fin de végétation), pubescent velouté, dimidié, triquêtre. Pores arrondis ou anguleux, inégaux, blancs puis grisâtres ou isabelle. Chair épaisse, blanche, tendre puis coriace, vaguement zonée, à odeur d'anis très prononcée et persistant longtemps après dessication. Basides 11-18 x 5-6 µ. Spores ellipsoïdes-cylindriques, atténuées à la base, hyalines, blanches légèrement teintées de crême, en masse, 7-10 x 3-4 µ.

D'après BOURDOT et GALZIN (Hymenomycetes de France N° 892 p.589) cette espèce serait rare en France. VERHAEGEN (Les Hyménomycètes signalés jusqu'à ce jour en Belgique. Bull.Soc.Roy.Bot. Belg., T. 36, p. 134, 1897) la donne comme assez commune. Jean KICKX(Flore Cryptogamique des Flandres, T. 2, p.221.) en signale les stations suivantes: "sur un tronc de saule, à Gand, Porte

de Bruges (M. VAN BAMBEKE), dans le jardin de M. van GEERT à Gand, aux environs de Bruxelles (M. MANDERLIER) et près d'Oostacker, de Destelbergen et de Loochristy". de WILDEMAN et DURAND (Prodrome de la Flore Belge, T. 2, p. 98.) citent six autres stations: à Gentinnes (A. de LIMMINGHE), à Linkebeek, Forest et Uccle (BOMMER et ROUSSEAU) à Groenendael (Elie MARCHAL) et au bois de la Cambre à Bruxelles (DELOGNE). L'abbé MICHOT cite *Trametes suaveolens* (L.) FR. sans en indiquer de stations, dans sa Flore du Hainaut. BEELI (Nos Polypores, p.8, 1929) le dit "commun sur les saules".

Pour notre part, en dépit de nos nombreuses explorations, nous ne l'avons jamais rencontré en Haute-Belgique où il n'est d'ailleurs signalé par aucun auteur. Toutes les stations connues se trouvent en Moyenne et en Basse-Belgique.

Laboratoire de Morphologie Végétale
et de Systématique
UNIVERSITE DE LIEGE

13 juin 1937.

BULLETIN DES BOTANISTES LIEGEOIS T.I

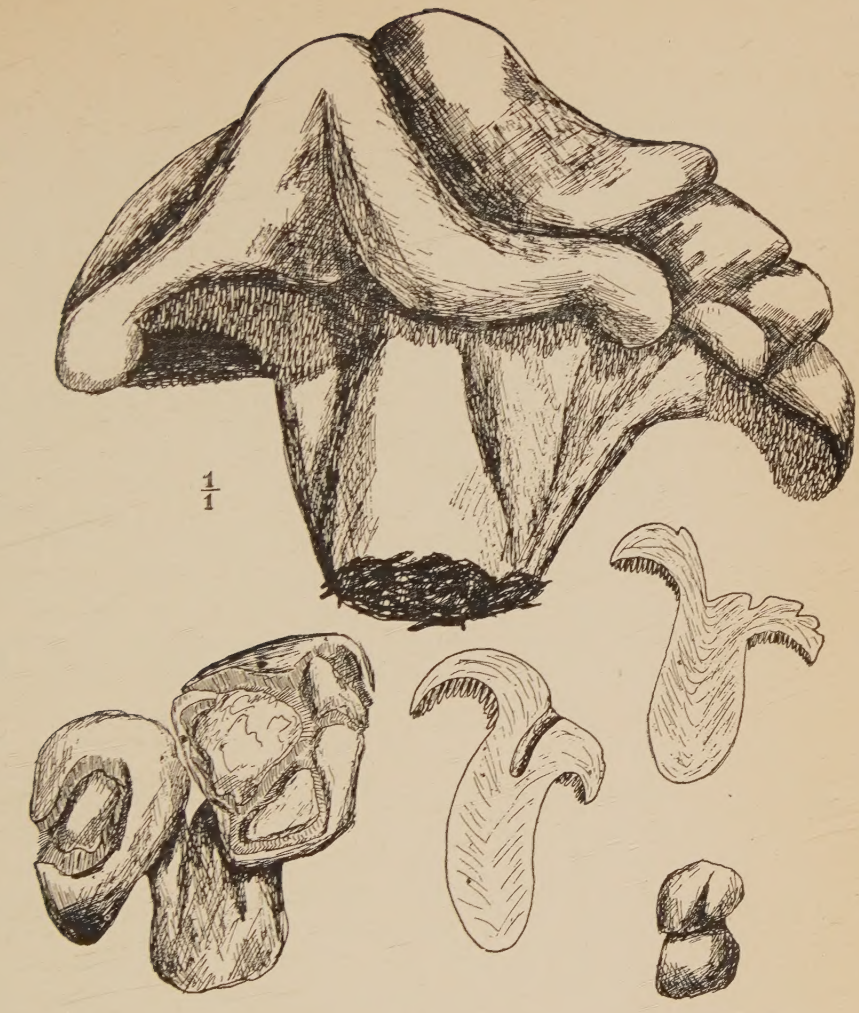
Fascicule 7

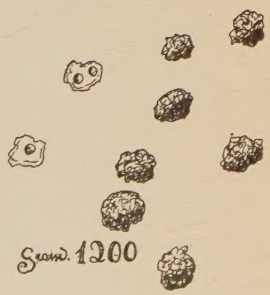
J. DAMBLON

Une Hydnacée peu connue:

CALODON COMPACTUM PERS.

Editions J.D.L.
1937





Pl. IV. Calodon compactum (Pers.)

En juillet 1936 au cours d'une excursion à Werbomont nous avons récolté sur un talus couvert de terreau d'aiguilles sous *Picea excelsa* LINKau bord d'un chemin d'exploitation une Hydnacée peu connue *Calodon compactum* PERS.

Il nous a paru intéressant de donner une description, la plus complète possible, de cette espèce rare, nouvelle probablement pour notre flore, et très probablement inconnue en France, car BOURDOT et GALZIN dans leur merveilleux ouvrage sur les Hyménomycètes de France, la disent inexistante, (bien que figurée sous le nom d'*Hydnum floriforme* par DUFOUR) et ne la citent que de Suède, d'Angleterre et d'Allemagne.

La plus grande partie de la bibliographie de cette espèce est allemande. MICHAEL et SCHULZ par exemple en donnent une planche excellente représentant parfaitement notre champignon.

Description

Champignon d'assez grande taille (3-10cm) subéreux, tenace. CHAPEAU épais d'abord globuleux, enroulé puis convexe, convexe plan et parfois légèrement déprimé au centre, 2 à 10 cm. lisse, lobé bosselé, devenant très anfractueux lorsqu'il est parfaitement développé, profondément crevassé imbriqué surtout par le sec, grisonnant, surtout à la fin, parfois brun ochracé. STIPE court, épais, solide, plein, irrégulier, parfois un peu renflé à la base, fauve brunâtre ou ochracé foncé. CHAIR blanchâtre, zonée, parfois teintée de bleu ou de rose surtout dans le pied, inodore à l'état frais mais prenant par la dessication une faible odeur de fenu-grec; presque insipide, prenant après un certain temps de mastication un léger goût de farine qui persiste quelque temps dans la bouche; très coriace sous la dent.

AIGUILLONS assez courts, difficilement séparables, légèrement plus clairs que le chapeau mais beaucoup plus pâles que le pied, un peu

décurrents. HYPHES à parois minces presque hyalines, serrées, de 0,8 à 1,6µ d'épaisseur. BASIDES en massue, à contenu granuleux 15-27 x 3,3-5,8µ. SPORES globuleuses, aspérulées d'un brun fauve clair, transparentes 1-2 guttulées, 2,5-4,15 x 3,3-5µ.

BIBLIOGRAPHIE

BOURDOT et GALZIN p.456 (tab.)- COOKE: Handbook Br.F. 1r édit. 1871 vol.I p.295.- FRIES Epicr. p.507.- KRONBH. t.50, f.18.- STR. STURM t.7.- BATSCH *(H. suberosum* var. *spongiosum)* t.40, f.221.- Eng. Fl. v. p. 156.- RABH. F E n°803.- (VENT. t.28, f.3,4 (1868) dubiae).- MICHAËL et SCHULZ; Für. Pilz Freunde, 1927, T.III, n° 307.- BRITZ. V. Hydn. f. 7.- GOTTHOLD-HAHN: f.133, 2°édit.- STRAUS, in Sturm 33 t.6.- BERCKL. et BR. n° 1367.- SECR. n° 7.- SCHAEFF. *(H. floriforme)* 1891 atl. Champ. t.66, f.144.- PERSOON: Synopsis p.556 pro parte.- FRIES: Syst. Mycol. I, p. 492 cum. syn.- ALB. et SCHWEIN. p.366.

Laboratoire de Morphologie Végétale
et de Systématique
UNIVERSITE DE LIEGE

13 juin 1937.